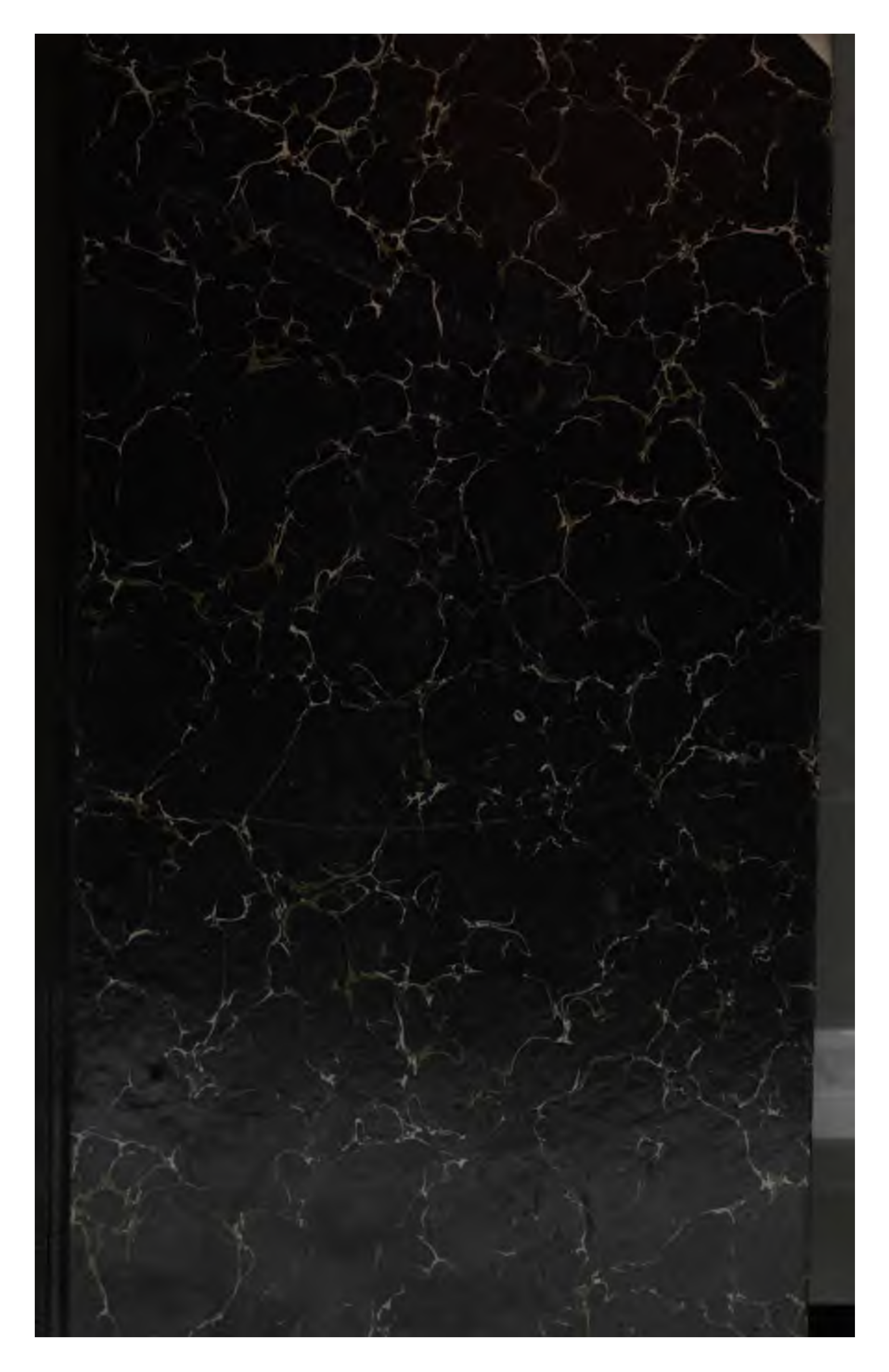






SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

ACHTUNDSECHZIGSTER BAND.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1874.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LXVIII. BAND. I. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1873. — HEFT I BIS V.

(Mit 12 Tafeln und 12 Holzschnitten.)

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1874.

INHALT.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXVIII. Band.

ERSTE ABTHEILUNG.

6.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

XVI. SITZUNG VOM 13. JUNI 1873.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Betrachtung der allgemeinen Bewegungsform starrer Körper vom Gesichtspunkte einer Gyralbewegung", vom Herrn Jos. Finger, Professor an der Staats-Oberrealschule zu Laibach.

„Beobachtungen am Kundt'schen Manometer", vom Herrn V. Dvořák, Assistenten der Physik an der Prager Universität, eingesendet und empfohlen durch Herrn Prof. Dr. E. Mach.

„Über die Functionen X_n^m", vom Herrn Prof. L. Gegenbauer in Krems.

„Die Hemmung der Darmbewegung durch den *Nervus splanchnicus*", vom Herrn Dr. S. R. v. Basch, Privatdocenten an der Wiener Universität.

Herr Hofrath Dr. E. v. Brücke überreicht eine in seinem physiologischen Institute ausgeführte Arbeit des med. stud. Herrn Felix v. Winiwarter, betitelt: „Der Widerstand der Gefässwände im normalen Zustande und während der Entzündung."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real, de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Tomo IX. Diciembre 1872 — Marzo 1873. Habana; 8°. — Tablas abituarias de 1872. Habana, 1873; 8°.

Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Mémoires. Tome XXXIX. Bruxelles, 1872; 4°. —Mémoires couronnés et autres Mémoires. Collection in 8°. Tome XXII. Bruxelles, 1872. — Bulletin. 39ᵉ Année,

2e Série, Tomes XXIX & XXX (1870); 40e Année, 2e Série, Tomes XXXI & XXXII (1871); 41e Année. 2e Série, Tomes XXXIII & XXXIV (1872). 8^0. — Annuaire. XXXVIIIe & XXXIXe Années. 1872 & 1873. Bruxelles; kl. 8^0. — Compte rendu des séances de la Commission Royale d'histoire. 3e Série. Tome XIIe, 4e & 5e Bulletins; Tomes XIIIe et XIVe; 4e Série, Tome Ier, 1er Bulletin. Bruxelles, 1871—1873; 8^0. — Biographie nationale. Tome IIIe, 2e Partie; Tome IVe, 1ère Partie. Bruxelles, 1872; 8^0. — Centième anniversaire de fondation (1772—1872). Tomes I—II. Bruxelles, 1872; 8^0. — De l'astronomie dans l'Académie Royale de Belgique. Rapport séculaire (1772—1872), par Ed. Mailly. Bruxelles, 1872; 8^0. — Ouddietsche Fragmenten van den Parthonopeus van Bloys, door J. H. Bormans. Brüssel, 1871; 8^0. — Speghel der Wijsheit of leeringhe der zalichede, van Jan Praet, door J. H. Bormans. Brüssel, 1872; 8^0.

Akademie der Wissenschaften und Künste, Südslavische: Rad. Knjiga XXII. U Zagrebu, 1873; 8^0. — *Acta coniurationem Bani Petri a Zrinio et Com. Fr. Frangepani illustrantia.* U Zagrebu, 1873; 8^0. — Arkiv za poviestnicu jugoslavensku. Knjiga XI. U Zagrebu, 1872; 8^0.

— — Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Januar 1873. Berlin; 8^0.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 15—16. Wien, 1873; 8^0.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1940—1942. (Bd. 81. 20—22.) Altona, 1873; 4^0.

Blake, William P., Reports of the United States Commissioners to the Paris Universal Exposition, 1867. Vols. I—VI. Washington, 1870; 8^0.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVI, Nrs. 19—21. Paris, 1873; 4^0.

Cosmos di Guido Cora. II. Torino, 1873; kl. 4^0.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Bd. Nr. 10—11. Wien, 1873; 4^0.

— Senckenbergische naturforschende: Abhandlungen. VIII. Bandes 3. & 4. Heft. Frankfurt a. M., 1872; 4^0.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 21—22. Wien, 1873; 4⁰.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik, von C. Ohrtmann, F. Müller, A. Wangerin. II. Band. Jahrgang 1869 u. 1870. Berlin, 1873; 8⁰.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 11. Graz, 1873; 4⁰.

Lese- und Redehalle der deutschen Studenten zu Prag: Jahres-Bericht. Vereinsjahr 1872—73. Prag, 1873; 8⁰.

Mailly, Ed., Tableau de l'Astronomie dans l'hémisphère australe et dans l'Inde. Bruxelles, 1872; 8⁰.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873, V. Heft. Gotha; 4⁰.

Nature. Nrs. 186—187, Vol. VIII. London, 1873; 4⁰.

Observatoire Royal de Bruxelles: Annales. Tome XXI. Bruxelles, 1872; 4⁰.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VIII, Nr. 2. Firenze, 1873; 4⁰.

Observations des phénomènes périodiques pendant l'année 1870. Par A. Quetelet. 4⁰. — Tables de mortalité et leur développement etc. Par A. Quetelet. Bruxelles, 1872; 4⁰. — L'homme considéré dans le système social: ou comme unité, ou comme fragment de l'espèce humaine. Par A. Quetelet. 8⁰.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1873. XXIII. Band, Nr. 1. Wien; 4⁰. — Verhandlungen. Jahrgang 1873. Nr. 7. Wien; 4⁰.

Reslhuber, Augustin, Resultate aus den im Jahre 1870 auf der Sternwarte zu Kremsmünster angestellten meteorologischen Beobachtungen. Linz, 1873; 8⁰.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger.“ IIme Année. 2e Série. Nrs. 47—48. Paris, 1873; 4⁰.

Société Entomologique de Belgique: Annales. Tome XVe. Bruxelles, Paris, Dresde, 1871—72; gr. 8⁰.

Société des Ingenieurs civils: Mémoires et compte rendu des travaux. 3e Série; 25e Année, 3e & 4e Cahiers. Paris, 1872; 8°.

— Mathématique de France: Bulletin. Tome Ier, Nrs. 2—3. Paris, 1873; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 21—23. Wien, 1873; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang. 6. & 7. Heft. Wien, 1873; 4°.

Untersuchungen über den Einfluss der Temperatur auf die Entwicklung des Penicillium glaucum.

Von Julius Wiesner.

Vorgelegt in der Sitzung am 24. April 1873.

Im abgelaufenen Winter beschäftigte ich mich, meine Experimentaluntersuchungen über die Keimung der Samen wieder aufnehmend, unter anderem mit der Ausmittlung des unteren Nullpunktes der Keimung verschiedener Samen, und beobachtete hierbei das Auftreten eines Pilzmyceliums auf Hanf, Gerste, Erbsen u. s. w., welches sich bei einer Temperatur von 2—3° entwickelt haben musste. Als ich dieses Mycelium bei einer Temperatur von 9—10° C. im feuchten Raume cultivirte, entstanden daran die Pinselsporen des bekannten grünen Schimmels (Penicillium glaucum Lk.). Wenn ich mir nun auch den Einwand machen musste, dass sich der genannte Pilz bei der Cultur im warmen Raume auch eingeschlichen haben konnte, so war doch die Vermuthung berechtigt, dass die Entwicklung des Myceliums von Penicillium glaucum bei 2—3° C. noch stattfinden könne. Man hatte — meines Wissens — den genannten Schimmelpilz bei so niederer Temperatur noch nicht sich entwickeln sehen. H. Hoffmann gab in seiner umfangreichen Arbeit über die Keimung der Pilzsporen[1] an, dass die Sporen des genannten Pilzes erst bei 6·2—6·5° C. einen „deutlichen Anfang der Keimung" erkennen lassen.

Meine eben genannte mit H. Hoffmann's Angabe nicht übereinstimmende Wahrnehmung gab Veranlassung zu der vor-

[1] Untersuchungen über die Keimung der Pilzsporen. Pringsheim's Jahrb. für wiss. Bot. Bd. II. p. 267 ff.

liegenden kleinen Arbeit, welche den Zweck hatte, die Temperaturgrenzen zu ermitteln, innerhalb welcher die Sporen (Conidien) von Penicillium glaucum keimen, und das Mycelium und die Sporen dieses Pilzes sich bilden.

I. Methode der Untersuchung.

Zur Beobachtung des Eintrittes der Keimung bei verschiedenen Temperaturen standen zwei Wege offen: es konnten die Sporen in einem Wassertropfen oder überhaupt in einem Flüssigkeitstropfen auf dem Objectträger, oder auf einem feuchten bis nassen festen Substrate zum Keimen gebracht werden. Der erstere Weg bot den Vortheil dar, die Keimung einer Sporengruppe direct unter Mikroskop beobachten zu können. Allein ich habe aus mehrfachen Gründen diese Methode nicht in Anwendung gebracht. Es liess sich auf diese Weise zunächst eine durch Stunden und Tage währende constante Temperatur nicht erzielen, wenigstens nicht innerhalb jener Temperatursgrenzen, innerhalb welcher die Keimversuche vorzunehmen waren. Es keimt ferner, wie schon von Hoffmann constatirt wurde [1], die Spore von Penicillium glaucum in einem Wassertropfen schlechter, nämlich minder sicher und erst nach längerer Zeit, als auf einem passenden Substrate in feuchter Luft. Die Wassermenge, welche der Spore geboten wird, wenn sie in einem Flüssigkeitstropfen schwebt oder von ihm bedeckt wird, ist hier für ein günstiges Keimen offenbar zu gross, wie — nur des Vergleichs halber sei dies bemerkt — auch die meisten Samen unter Wasser nicht zum Keimen zu bringen sind, wenn auch alle anderen Keimungsbedingungen erfüllt sind. Ich habe zahlreiche vergleichende Versuche mit Sporen angestellt, indem ich eine Partie in einem Wassertropfen, eine andere auf ein passendes Substrat in einen feuchten Raum brachte; und immer erhielt ich im letztern Falle bessere Resultate. Namentlich bei Anwendung von niederen und hohen Temperaturen erhielt ich auf festen Substraten noch Keimungen, während die in Wasser oder anderen Flüssigkeiten zur Aussaat gebrachten Sporen unter sonst ganz gleichen Verhältnissen sich nicht mehr entwickelten. Diese Umstände bewogen mich, die directe Beobachtung der Keimung

---

[1] l. c. p. 328.

von im Wasser auf dem Objectträger liegenden Sporen aufzugeben, und den zweiten eben angedeuteten Weg einzuschlagen. Durch die Aussaat der Sporen auf ein feuchtes Substrat erwuchs mir der Vortheil, auf diesem gleich die Myceliumsentwicklung und die Entstehung der Sporen verfolgen zu können, freilich auch der Nachtheil, dass ich den Eintritt der Keimung nicht mit völliger Sicherheit constatiren konnte, da zur Feststellung der Erscheinung immer eine Partie der Sporen vom Substrate abgenommen werden musste, welche eben keinen sicheren Schluss auf das Verhalten der ganzen Aussaat erlaubte.

Um ein passendes Substrat zu finden, stellte ich zahlreiche Versuche an, deren Ergebnisse mich schliesslich bestimmten, die Aussaat auf den Schnittflächen frischer Citronen vorzunehmen. Wenn man auf Schnitte frischer Citronen im feuchten Raum, selbst bei gleicher Temperatur und Beleuchtung[1], Culturen von Penicillium glaucum durchführt, so wird man allerdings nicht selten die Beobachtung machen, dass Mycelien sowohl als Sporenfrüchte nach ungleichen Zeiträumen entstehen. Allein, bei Berücksichtigung der Flüssigkeitsmengen auf den angeschnittenen Citronen ist man im Stande, bei gleichen äusseren Verhältnissen eine grosse Constanz in den Entwicklungszeiten der Mycelien und Früchte zu erzielen. Am raschesten, sichersten und gleichmässigsten erhielt ich Keimungen der Sporen, Entwicklung von Mycelien und Sporenfrüchten, wenn ich die frisch abgeschnittenen Citronenscheiben auf Filterpapier so lange liegen liess, bis von letztem keine Flüssigkeit mehr aufgesaugt wurde. Derartige Schnitte benützte ich bei allen Versuchen. Auf stark nassen Citronenschnitten verspätete sich regelmässig die Keimung und die Mycelienentwicklung, und nicht selten unterblieb (im feuchten Raum) die Fruchtbildung

---

[1] Es hat den Anschein, als würde das Licht nicht ganz ohne Einfluss auf die Entwicklung des Penicilliums sein. In einer Dunkelheit, bei welcher die Keimlinge von *Lepidium sativum* nicht ergrünten, bildeten sich die Sporen dieses Pilzes rascher als im diffusen Tageslichte aus. Rothes und gelbes (durch spectroscopisch untersuchte Gläser oder Flüssigkeiten hindurchgegangenes) Licht verhielt sich wie Dunkelheit, blaues annähernd wie weisses diffuses Tageslicht. (Vgl. auch Hoffmann l. c. p. 321.)

gänzlich, selbst bei Temperaturen, welche der Entwicklung des genannten Pilzes am günstigsten sind.

Zur Aussaat benützte ich stets frische, bei einer Temperatur von 10—12° C. zur Entwicklung gekommene Sporen, wenn eben nicht der Versuch eine Aussaat erforderte, welche bei anderen Temperaturen reifte. Die Sporen wurden mit der gereinigten und gut abgetrockneten Zeigefinger-Beere durch leichtes Hinüberstreifen über die fructificirenden grünen Rasen des Pilzes abgenommen und auf die vorbereiteten Citronenschnitte gebracht. Die mit den Sporen versehenen Scheiben wurden in ein kleines Pulverglas gebracht, auf dessen Boden ein Quarzstück lag, welches mit seinem unteren Ende in eine 3—5 Millim. hohe Schichte von destillirtem Wasser tauchte, und auf die trockene Fläche des Steines aufgelegt. Das Gefäss wurde hierauf mit einem dicht anpassenden Kork geschlossen, durch welchen ein Thermometer hinabging, dessen Kugel ich an die Citrone andrückte.

Um nicht durch Mycelien getäuscht zu werden, welche etwa schon im Substrate wucherten, begnügte ich mich nicht damit, nur solche Citronenscheiben zum Versuche zu verwenden, welche, nach Stichproben zu urtheilen, anscheinend pilzfrei waren, sondern stellte stets Parallelversuche mit Citronenscheiben an, welche ohne Aussaat in ein zweites genau verschliessbares und mit Thermometer versehenes Glasgefäss gebracht wurden, und nahm die Beobachtung nur dann für verlässlich an, wenn die Citronenscheiben im zweiten Gefässe während der ganzen Versuchszeit frei von Mycelien blieben, was in der überwiegenden Mehrzahl der Versuche auch der Fall war.

Die Durchführung der Versuche bei 5°, 7°, 11° und 14° C. bot keinerlei Schwierigkeiten dar, da mehrere Räume meines Laboratoriums, die ungeheizt blieben, aber an temperirte Zimmer angrenzten, durch die Zeit von Jänner bis Mitte März ihre Temperaturen nur sehr wenig änderten. In einem Raum betrug das Min. 4·5, das Max. 5·6° C.; im zweiten das Min. 6·8, das Max. 7·4° C., zwei andere Räume wurden durch Heizung und Ventilation durch Tage hindurch auf constanter Temperatur (11° und 14° C.) erhalten.

Zur Erzielung von Temperaturen unter 5° C. wurden die in oben angegebener Weise adaptirten Gefässe direct auf Schnee gestellt oder bis zu einer bestimmten Tiefe in denselben eingesenkt. Auch dadurch erreichte ich noch Abstufungen in der Temperatur, dass ich die Gefässe in Thontiegel verschiedener Dicke einsetzte, welche in den Schnee hineingestellt wurden. Ich erreichte so durch Tage hindurch sehr constante Temperaturen von circa 1°, 1·5°, 2°, 3°, 3·5° und 4° C.

Um Temperaturen zu erhalten, welche über 14° C. lagen, bediente ich mich eines Wasserbades, nach der Construction von Jungbluth. Es ist dies ein mit vier Flammen wärmender, mittelst Petroleum heizbarer Apparat, welcher nicht nur eine sehr feine Nüancirung der Temperatur, sondern, bei einigermassen sorgfältiger Einstellung durch 24 Stunden und darüber sehr constante Erwärmungen zulässt. Die Apparate wurden entweder direct in das erwärmte Wasser etwa bis zur Mitte eintauchen gelassen, oder, wenn es sich um verhältnissmässig niedere Temperatur handelte, auf Schalen gestellt, welche auf dem erwärmten Wasser des Bades schwammen.

Zur Ermittlung des Beginnes der Keimung wurde von Zeit zu Zeit eine Partie der Sporen von der Citrone abgenommen und unter Mikroskop untersucht. Das Auftreten der Mycelien und Sporenfrüchte trachtete ich wohl auch stets mikroskopisch zu verfolgen, namentlich in jenen Fällen, in welchen diese Gebilde makroskopisch gar nicht zur Erscheinung kamen.

II. Beobachtungen.

Nr. 1. Mittlere Temperatur: 1° C. Schwankungen: 0·9—1·2° C. Die Sporen keimten nicht. Mycelien, die sich bei 5°, 7°, 11° entwickelt hatten, wuchsen bei 1° nicht weiter. Bei dieser Temperatur erfolgt also weder Keimung, noch Mycel-, noch Sporenbildung.

Nr. 2. Mittlere Temp. 1·5° C. Schwankungen: 1·4—1·7° C., In 2 Versuchen keimten die Sporen, in 8 Versuchen nicht. Die gekeimten Sporen trieben nur kurze Schläuche und bildeten kein Mycelium. Bei höherer Temperatur (5°, 7°, 11°) erwachsene Mycelien entwickelten sich bei 1·5 C. nicht weiter.

Nr. 3. Mittlere Temp.: 2° C. Schwankungen: 1·8—2·4° C. In drei Versuchen trieben die Sporen nach 5—6 Tagen kurze Keimschläuche, und entwickelten kein Mycelium. In einem Versuche blieben die Sporen unverändert. Bei 5, 7, 11, und 14° C. zur Entwicklung gekommene Mycelien blieben bei 2° C. unverändert.

Nr. 4. Mittl. Temp.: 2·5° C. Schwankungen: 2·4—2·6 C. In sechs Versuchen Keimung nach 2—4 Tagen, in einem nicht. Nach 3—5 Tagen waren die Mycelien mikroskopisch, nach 5—7 Tagen[1] makroskopisch erkennbar, Sporenbildung nicht nachweisbar.

Nr. 5. Mittl. Temp.: 3° C. Schwankungen: 2·9—3·2° C. In allen Versuchen nach 2—3 Tagen Keimung. Die Mycelien erschienen mikroskopisch (in zwei Fällen) nach 3—4 Tagen, nach 3·5—8·5 Tagen auch makroskopisch. In einem Falle unterblieb die Mycelbildung. In einem Versuche erschienen am achten Tage Sporenfrüchte, welche am neunten Tage schon makroskopisch nachweisbar waren.

Nr. 6. Mittl. Temp.: 3·5° Schwankungen: 3·4—3·8° C. In allen Versuchen nach 2—2·5 Tagen Keimung. Mycelienbildung[2] nach 3—4, Sporenbildung nach 8 Tagen.

Nr. 7. Mittl. Temp.: 4° C. Schwankungen 3·9—4·2° C. Durchgängig Keimung nach 2 Tagen. Mycelbildung nach 3, Sporenbildung nach 7·5—8 Tagen.

Nr. 8. Mittl. Temp.: 5° C. Schwankungen: 4·8—5.1° C. In allen Fällen Keimung (nach 1·5), Mycelbildung (mikroskopisch nach 2, makrosk. nach 2·8—3) und Sporenbildung (mikr. nach 6·5, makr. nach 7 Tagen).

Nr. 9. Mittl. Temp.: 7° C. Schwankungen: 6·5—7·1° C. Durchgängig Keimung (nach 1·2), Mycelbildung (nach 3) und Sporenbildung nach (6—6·5 Tagen).

Nr. 10. Mittl. Temp.: 11° C. Schwankungen: 10·8—11·4° C. Stets Keimung (nach 1), Mycelbildung (nach 2—3), Sporenbildung (nach 4 Tagen).

---

[1] Alle Zeiten von der Aussaat der Sporen an gerechnet.

[2] Hier und in allen nicht besonders bezeichneten Fällen wurde der Eintritt der Mycel- und Sporenbildung makroskopisch festgestellt.

Nr. 11. Mittl. Temp. 14° C. Schwankungen: 13·8—14.2° C. In allen Fällen (nach 0·7—0·8) Keimung, Mycelbildung (nach 2) und Sporenbildung (nach 3 Tagen).

Nr. 12. Mittl. Temp. 17° C. Schwankungen: 16·4— 17·8 C. Dasselbe.

Nr. 13. Mittl. Temp.: 22° C. Schwankungen 21—22·9° C. Durchgängig Keimung (nach 0·25), Mycelbildung (nach 1) und Sporenbildung (nach 1·5 Tagen).

Nr. 14. Mittl. Temp.: 26° C. Schwankungen: 25—27° C. Durchwegs Keimung (nach 0·5), Mycelbildung (nach 0·9—1·08), Sporenbildung (nach 1·3 – 2·7 Tagen).

Nr. 15. Mittl. Temp.: 32° C. Schwankungen: 31·2—32·8. In allen Fällen Keimung (nach 0·7), Mycelbildung (nach 0·9—1·25) Sporenbildung (nach 1·5—2·8 Tagen).

Nr. 16. Mittl. Temp.: 35° C. Schwankungen: 34—35·5° C. Stets Keimung (nach 0·4), Mycelbildung (nach 1—2), Sporenbildung in einzelnen Fällen (nach 1·25—2·5 Tagen).

Nr. 17. Mittl. Temp.: 38° C. Schwankungen: 37—39° C. Stets Keimung (nach 0·4—0·7), Mycelbildung in einzelnen Fällen (nach 2—2·5 Tagen), Sporenbildung in zwei Versuchen[1] (nach 2·2—3 Tagen); in zwei Versuchen unterblieb dieselbe.

Nr. 18. Mittl. Temp.: 40° C. Schwankungen: 39·5—41° C. Sporenkeimung in allen Fällen (nach 0·6—0·8 Tagen). Keimende Sporen kaum aufgequollen. Mycelbildung einmal (mikroskopisch) nach 2·5 Tagen. In vier Versuchen keine Mycelien. Sporenbildung sehr selten und abnorm, nur mikroskopisch nachweisbar. Über 40° C. (41—43°C.) erhielt ich nur in einigen wenigen Fällen Keimungen (innerhalb eines halben bis eines Tages), zweifelhafte Mycelien und keine Sporenfrüchte.[2] In zwei Versuchen stellte sich allerdings ein Mycelium ein, welches aber, bei 14° C. cultivirt, nach 8 Tagen noch keine Penicilliumsporen hervor-

---

[1] Die Sporenbildung war hier schon eine ganz abnorme. Die Sterigmen (Basilarzellen) waren nur in sehr geringer Zahl vorhanden, und schnürten nur wenige Sporen ab. Hier und dort bemerkte ich halbmondförmig gestaltete Sterigmen, mit vereinzelt auftretenden Sporen.

[2] Nach Hoffmann (l. c. p. 325) sollen sich die Früchte von Pen. gl. auch noch bei 73—74° C. bilden können. Über 43° C. hinaus erhielt ich keine Keimungen mehr.

brachte. Später stellten sich Sporenfrüchte von Aspergillus ein, doch möchte ich nicht behaupten, dass selbe aus dem bei hoher Temperatur entstandenen Mycelium hervorgingen; denn ebenso gut könnte sich der genannte Pilz während des ziemlich lang dauernden Versuches eingeschlichen haben. — Mycelien, welche sich bei Temperaturen von 22, 26, 32 und 34° C. entwickelten, wurden im feuchten Raume durch Tage bei einer Temperatur von 38—40° C. cultivirt, um etwaige Fruchtbildung zu beobachten. Ich konnte in keinem einzigen Falle, weder mikroskopisch, noch makroskopisch, das Enstehen von Sporen wahrnehmen.

Nr. 19. Eine Citronenscheibe mit einem bei 2·5° C. erwachsenen Mycelium überdeckt, wurde halbirt. Eine Hälfte beliess ich bei 2·5° C. und auf derselben bildeten sich nach 14 Tagen — vom Beginne des Versuches an gerechnet — noch keine Sporenfrüchte. Die andere Hälfte wurde im feuchten Raume bei 5° C cultivirt; es erschienen nach sechs Tagen Sporenfrüchte, während in diesem Raume vom Sichtbarwerden der Mycelien bis zum Erscheinen der Sporen blos ein Zeitraum von 4 Tagen verstrich. (Vgl. Versuch Nr. 8.)

Nr. 20. Bei 3° C. erwachsene Mycelien wurden zur Fruchtbildung in einen Raum gebracht, in welchem die Temperatur der Citronenschnitte circa 14° C. betrug. Die Sporenbildung trat nach 1·5 Tagen ein, während bei dieser Temperatur blos ein Tag nothwendig ist, damit die Sporen makroskopisch sichtbar werden. (Vergl. Vers. Nr. 11.)

Nr. 21. Mycelien, die sich bei 5° C. entwickelten, bildeten bei 14° C. erst nach 2 Tagen Sporen.

Nr. 22. Bei 5° C. entwickelte Mycelien bildeten bei 22° C. erst nach 1·2 Tagen Sporen.

Nr. 23. Bei 7° C. entwickelte Mycelien bildeten bei 22° C. erst nach Ablauf eines Tages Sporen.

Nr. 24. Bei 11° C. gebildete Mycelien ergrünten durch Sporenbildung bei 32° C. nach 1·6 Tagen.

Nr. 25. Eine Citronenscheibe, auf welcher sich bei 7° C. Mycelien entwickelten, wurde halbirt; eine Hälfte cultivirte ich

bei 7° C. weiter, die zweite bei 3·5° C. Während die erste nach Ablauf von 3 Tagen ergrünt war, ergrünte die zweite nach 3·8 Tagen, also rascher als ein bei 3·5° C., aber langsamer als ein bei 7° C. cultivirtes Penicillium.

Nr. 26. Bei 11° C. cultivirte Mycelien brachten bei 3·5° C. nach 3·8 Tagen Sporenfrüchte hervor.

Nr. 27. Mycelien, bei 22° C. erwachsen, fructificirten bei 11° C. nach 1·2 Tagen.

Nr. 28. Sporen, welche bei 14° C. reiften, scheinen bei 3° C. etwas rascher zu keimen, als solche, welche sich bei 3° entwickelten; hingegen bei 22° C. langsamer Schläuche zu treiben, als solche, welche bei dieser Temperatur zur Entwicklung kamen. Eine genaue Prüfung der Keimungsgeschwindigkeit liess sich nach der eben erwähnten Methode, welche ihrer Natur nach gerade in Bezug auf die Feststellung dieser Erscheinung keine präcisen Resultate liefert, nicht durchführen.

III. Resultate.

Aus den mitgetheilten Beobachtungen ergibt sich zunächst, dass bei Cultur auf feuchtem Fleisch der Citrone[1] die Sporen (Conidien) von Penicillium glaucum nicht unter 1·5° C. und nicht über 43° C. keimen (Vers. Nr. 1. bis Nr. 18); dass die Entwicklung des Myceliums dieses Pilzes zwischen 2·5—40° C. (Vers. Nr. 4 bis Nr. 18), und die Sporenbildung zwischen 3°—40° C. stattfindet (Vers. Nr. 5—18).

In der Nähe des unteren (bei 1·5—2·5°) und oberen Nullpunktes der Sporenkeimung (41—43° C.) ist die Keimung eine unsichere, da sie in einzelnen Fällen zu Stande kömmt, in anderen

---

[1] Ich halte es nach allen von mir angestellten Versuchen für höchst wahrscheinlich, dass die angeführten Temperaturgrade die wahren Grenzwerthe für die Entwicklung des genannten Pilzes bilden. Keinesfalls möchte ich jedoch diese Zahlen als unumstösslich aufgenommen wissen. Bei der auffallenden Abhängigkeit der Entwicklungsgeschwindigkeit des genannten Pilzes vom Substrate und selbst vom Wassergehalte des letztern wäre es immerhin möglich, dass bei Auffindung noch günstigerer Entwicklungsbedingungen die Nullpunkte der Entwicklung noch weiter auseinander liegen.

nicht (vgl. Vers. Nr. 2—4 und 18). Es keimen bei diesen niederen und hohen Temperaturen nur solche Sporen, welche besonders kräftig sind, oder vielleicht richtiger, nur solche, welche in Folge besonderer Eigenthümlichkeit gerade diesen Keimungsbedingungen am besten angepasst sind. — Zwischen 3 und 40° C. erfolgt das Keimen der Sporen sicher, wenn auch nicht gerade stets normal. So quellen die bei 40° C. keimenden Sporen nur wenig auf, und lassen meist keine Vacuolen erkennen, während die zwischen 5—32° C. keimenden Sporen vor dem Treiben der Keimschläuche eine starke Aufquellung erkennen lassen.

Ebenso zeigt sich in der Nähe des unteren (2·5—3° C.) und des oberen Nullpunktes 35—40° C. der Mycelienentwicklung eine unverkennbare Unsicherheit, welche nicht nur darin besteht, dass in einzelnen Fällen Mycelien zur Entwicklung kommen, und in andern nicht, sondern, dass die Entwicklungsdauer verschieden ausfällt. (Vgl. die Vers. Nr. 4, 5 und 17, 18.)

Auch in der Nähe der Temperaturgrenzen für die Sporenentwicklung zeigt sich ein ähnliches Verhalten. (Vers. Nr. 5, 16, 17 und 18.)

Es scheint, als würden in der Nähe des unteren und des oberen Nullpunktes der Keimung und Entwicklung des Penicillium glaucum die individuellen Eigenthümlichkeiten der Sporen, beziehungsweise der Mycelelemente für die Weiterentwicklung schärfer als bei Temperaturen hervortreten, welche der Ausbildung dieses Pilzes günstig sind.

Aus der nachfolgenden Tabelle, welche für bestimmte Temperaturen die mittleren Zeiten der Keimung, des Sichtbarwerdens der Mycelien und des Erscheinens der Sporen enthält ergibt sich, dass:

1. Die Keimungsgeschwindigkeit vom untern Nullpunkt continuirlich bis zu 22° C. zunimmt, von da ab und bis zum oberen Nullpunkt (42—43° C), jedoch discontinuirlich abnimmt;

2. dass die Geschwindigkeit der Mycelentwicklung vom unteren Nullpunkt (2·5° C.) bis zu 26° C. continuirlich zu-, und von hier, jedoch nicht continuirlich, abnimmt;

endlich 3., dass auch die Entwicklungsgeschwindigkeit der Sporen in gleicher Weise zu- und abnimmt, und bei 22° C. ihr Maximum erreicht.

Temperatur.	Zeit von der Aussaat der Sporen bis zum Eintritt der Keimung.	Zeit von der Auss. d. Sporen bis zum Sichtbarwenden d. Mycel.	Zeit v. d. Auss. bis z. Erscheinen der Sporen.
1·5° C.	5·8 Tage	—	—
2	5·5 „	—	—
2·5	3 „	6 Tage	—
3	2·5 „	4 „	9 Tage
3·5	2·25 „	3·5 „	8 „
4	2 „	3 „	7·75 „
5	1·5 „	2·9 „	7 „
7	1·2 „	3 „	6·25 „
11	1 „	2·3 „	4 „
14	0·75 „	2 „	3 „
17	0·75 „	2 „	3 „
22	0·25 „	1 „	1·5 „
26	0·5 „	0·99 „	2 „
32	0·7 „	1·01 „	2·1 „
35	0·4 „	1·5 „	1·58 „
38	0·55 . „	2·25 „	2·6 „
40	0·7 „	2·5 „	3·5 „
42—43	0·3 „	1·8 „ (?)	—

Es ist selbstverständlich, dass durch Einschaltung neuer Beobachtungen, welche bei Temperaturen um 22° C., beziehungsweise um 26° C. vorzunehmen wären, sich noch eine grössere Genauigkeit in der Ermittlung der Maxima der Entwicklungsgeschwindigkeiten erzielen liesse.

Bemerkenswerth ist auch die aus den Versuchen Nr. 19—28 hervorgehende Thatsache, dass der Zeitpunkt des Eintritts der Sporenbildung nicht nur von der Temperatur abhängig ist, bei welcher das Mycelium fructificirt, sondern auch von jenen Temperaturen, bei welchen sich das Mycelium entwickelt hat.

Mycelien, welche bei einer, die Sporenbildung verzögernden Temperatur entstanden sind, bei einer Temperatur cultivirt, welche die Fructification beschleunigt, zeigen eine Förderung ihrer Fruchtbildung, und umgekehrt, wie aus den beiden folgenden, aus obigen Beobachtungen resultirenden Sätzen hervorgeht.

Mycelien, welche bei einer Temperatur t in der Zeit n Sporen bilden, bringen — innerhalb der Grenzen continuirlicher Änderung der Entwicklungsgeschwindigkeit — der höheren Temperatur t' ausgesetzt, nicht in der Zeit n', in welcher das Mycelium bei der

constanten Temperatur t' fructificirte, Früchte; sondern erst nach Ablauf der Zeit n″, welche gleich oder kleiner als $\frac{n + n'}{2}$ aber grösser als n' ist (Versuche Nr. 19—24).

Mycelien hingegen, die bei einer Temperatur t in der Zeit n fructificiren, bilden bei der niederen Temperatur t' ihre Früchte nicht in der Zeit n', in der das Mycelium, fortwährend unter dem Einflusse der Temperatur t', Sporen hervorbringt, sondern nach Ablauf der Zeit n'', welche gleich oder grösser als $\frac{n + n'}{2}$ und kleiner als n' ist (Versuche Nr. 25—28).

Ob die Keimungsgeschwindigkeit der Sporen auch von jener Temperatur abhängig sind, bei welcher sie entstanden sind, wie der Versuch Nr. 28 vermuthen lässt, müssen erst spätere Untersuchungen lehren.

Geologische Beobachtungen

gesammelt

während der Reise auf der „Hansa" und gelegentlich des Aufenthaltes in Süd-Grönland.

Von Prof. Dr. **Gustav C. Laube,**

Geologen der zweiten deutschen Nordpolarfahrt

(Mit 9 Holzschnitten, einer Kartenskizze und einer chemisch-analytischen Beilage.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 15. Mai 1873.)

Die Schicksale der Theilnehmer an der zweiten deutschen Nordpolarfahrt auf dem Begleitschiffe Hansa, zu welchen auch Schreiber dieses gehörte, sind wohl so allgemein bekannt, dass ihrer hier nicht weiter besonders gedacht zu werden braucht. Kaum jemals sind von einem solchen Unternehmen die wissenschaftlichen Begleiter ärmer an Resultaten, reicher an Erlebnissen heimgekehrt, und die wissenschaftliche Welt würde mir

es wohl verziehen haben, wenn ich mich hinter dem Spruche: „In magnis voluisse sat est“ verborgen hätte, und es bei den wenigen geologischen Andeutungen bewenden liess, die ich in dem erzählenden Theile des Reisewerkes niederlegte.

Von dem Augenblicke an, als wir den Banden des Eises entronnen, die Küste erreicht hatten, und die Hoffnung mehr und mehr wuchs gerettet zu werden, hielt ich auch wieder für meine Pflicht, für die Wissenschaft zu erraffen, was möglich war. Freilich wohl sind die Beobachtungen im Fluge gemacht, die erbeuteten Handstücke klein genug, und mancher Punkt blieb ununtersucht, aber man wird das wohl einem Geologen verzeihen, welcher mit dreizehn Leidensgefährten auf der Flucht vor dem Hungertode ist.

In West-Grönland durfte ich hoffen, eine grössere Thätigkeit entwickeln zu können. Es hatte den Anschein, als ob wir lange genug dort verbleiben sollten, und so wurde der Plan gefasst, von der deutschen Station Lichtenau aus die Südspitze des Continentes möglichst genau zu erforschen. Leider gelang von hier eine einzige grössere Excursion, da wir plötzlich die Aufforderung erhielten, nach der dänischen Colonie Julianehaab zu eilen, wo die Brigg Constance bereit lag, uns aufzunehmen. Einmal an Bord dieses Fahrzeuges, mussten unsere besonderen Interessen denen unserer Gastfreunde untergeordnet werden, und von einem Kauffahrer, dessen Zweck es sein muss, die Reise möglichst kurz und schnell zu machen, darf man doch nicht verlangen, länger liegen zu bleiben als es nöthig ist.

So kam es, dass selbst der längere Aufenthalt in Julianehaab wenig benützt werden konnte, da eine Entfernung von dem stets segelfertigen Schiffe nicht möglich war, dass ich ferner den Fuss nur da ans Land setzen konnte, wo wir gerade einlaufen mussten, was wohl unter den eigenthümlichen Verhältnissen des Eises öfter als es den Seeleuten lieb war geschah, aber gerade am interessantesten Punkte, am Arksudfjord, blies uns ein schöner Wind vorüber — und die Kryolithlager blieben ungesehen.

Der eigenthümliche Bau des grönländischen Continentes selbst, dessen Inneres bis an das Binneneis nur auf Booten zu erreichen ist und dessen vergletscherte Berge nur schwer zugänglich sind, erschwert eine Untersuchung des geologischen Baues ungemein, da man kaum die kleinste Excursion ohne

fremde Beihilfe unternehmen kann, und weitere nur dann möglich sind, wenn man zum wenigsten mit Geldmitteln versehen ist, um Fellboot und Besatzung zu miethen, welche mir leider auch abgingen.

Ausser den Ausflügen, die ich mit den deutschen Missionären unternahm, danke ich nur Capitän Bang von der Constance die Möglichkeit, dass ich wenigstens den interessanten Igallikofjord besuchen konnte.

Durch die Constance war ich auch in die Lage versetzt, die von mir gesammelten Gesteine in zwei Kisten mit nach Europa zu bringen.

Diese sowie die Notizen meines Tagebuches bildeten die wissenschaftlichen Resultate meiner Theilnahme an der Nordpolarfahrt.

Bedenkt man, dass die Südspitze von Grönland auf der Westseite, noch mehr auf der Ostseite schwer zugänglich ist (die europäischen Schiffe verkehren nur bis Julianehaab, von dort wird die südlichste Gegend mit Küstenbooten befahren), dass ausser Carl Giesecke 1808/10, und C. Pingel 1829/30, dessen südlichster Punkt Igalliko war, kein Fachmann die Gegend besuchte und nur durch Giesecke und Graah einiges von der Ostküste bemerkt und einige Gesteine von dort nach Kopenhagen gebracht wurden, dass somit dieser Theil von Grönland fast gänzlich unbekannt ist und vielleicht nicht sobald ein Geologe Gelegenheit finden wird, dahin zu gelangen und sich länger dort aufzuhalten: so wird man es immerhin gerechtfertigt finden, dass ich meine auch noch so mangelhaften Bemerkungen veröffentliche; denn solange bis ein Forscher einmal Gelegenheit hat, mit Zeit und Musse die Gegend zu bereisen, wird es immerhin einigen Werth haben, dann aber vielleicht als Ausgangspunkt einer viel eingehenderen, genaueren Arbeit dienen. Hiemit scheint mir schon etwas erreicht.

Da aber unsere Kenntniss von grönländischen Gesteinen sich ausser den von der Nordküste im Süden fast nur auf einige Mineralien bezieht, und selbst des verdienstvollen Forschers H. Rink's Mittheilungen in dieser Hinsicht wenig zureichend sind, Carl Gieseckes Tagebuch aber nur im Manuscript in Kopenhagen vorhanden ist; so liegt auch darin, dass die von mir

gesammelten Gesteine als Belegstücke mit herüber gebracht wurden, und genau untersucht werden konnten, ein wissenschaftlicher Werth. Die petrographisch-mikroskopische Untersuchung der Gesteine, welche Herr Dr. C. Vrba zur Durchführung übernahm, wird manches interessante Resultat geben, sie forderte aber auch einen geologischen Hintergrund, und dieser wird durch die vorliegende Ausarbeitung gegeben.

Der vorherrschend krystallinische Character der Gesteine, welche erfahrungsgemäss auf weite Strecken ungeändert bleiben, gestattete bei dem Umstand, als doch zahlreiche Punkte der Küste betreten wurden, eine Eintragung der Gesteine in eine Karte, die, wenn auch sehr mangelhaft, doch einige Übersicht über die Vertheilung der Gebirgsarten gibt.

Es war dann noch geboten, eine kurze orographische Skizze über Grönland's Bau vorherzuschicken, der ich auch einige Betrachtungen über die Gletscher, und über die Spuren der Eiszeit in Grönland zufügte, da gerade aus jener Zeit die heutige Gestalt des Landes vorzugsweise datiren mag.

Da es mir auch gelang, aus Süd-Grönland eine Probe des Wassers aus den Unortokthermen mit nach Europa zu bringen, bin ich in der Lage am geeigneten Orte eine Analyse derselben mitzutheilen, welche Herr Sanitätsrath Prof. Dr. W. Gintl im chemischen Laboratorium des deutschen polytechnischen Institutes in Prag durchzuführen die Güte hatte.

Für den grossen Mangel und die Lückenhaftigkeit, welche trotz alledem die Arbeit überall besitzt, muss der geneigte Leser eben mit dem guten Willen, doch etwas leisten zu wollen, welchen der Verfasser deutlich dargelegt zu haben glaubt, Vorlieb nehmen, und dann denken, dass das Dargebotene eben aus dem Schiffbruch der Hansa errettet wurde.

Trostloser noch als es eben jetzt ist, wäre die Mission des Verfassers ausgefallen, wenn das Schiff, ohne die Küste zu erreichen, umgekehrt wäre. Die Ergebnisse der Hansareise in geologischer Beziehung findet der geehrte Leser auf den ersten Blättern dieser Schrift verzeichnet; sie würden nicht darnach angethan sein, einen Geologen zu bewegen, sich ferner an einer Nordpolarexpedition zu betheiligen.

So aber habe ich immer noch Glück im Unglück gehabt, und bin wenigstens nicht mit leeren Händen, und mit dem für einen Geologen allerdings fachmännisch interessanten Bewusstsein allein heimgekehrt, einmal ein paar hundert Meilen als erratischer Block gereist zu sein.

Der Umstand, dass ich durch mancherlei Berufsgeschäfte, welche bei der Übernahme meiner Lehrkanzel durch besondere ungünstige Verhältnisse noch erschwert und vermehrt wurden, daran gehindert wurde, früher an die Bearbeitung meines Materiales zu gehen, und ich auch diese öfter als mir lieb war, unterbrechen musste, verursachte es, dass meine Arbeit erst zu einer Zeit fertig wurde, wo bereits das leitende Comité in Bremen den Abschluss des wissenschaftlichen Theiles der Ergebnisse der zweiten deutschen Nordpolar-Expedition für gut befunden hatte. Ich wurde für meine Mittheilungen der mir instructionsmässig obliegenden Verpflichtungen entbunden, daher meiner Arbeit die Ehre zu Theil werden konnte, in den Schriften der kaiserlichen Akademie zu erscheinen, welcher ich vor allen anderen Corporationen zum Danke verpflichtet bin für die mir zur Betheiligung an der Expedition gewordene liberale Unterstützung.

I. Abtheilung.

Geologisches von der Hansareise.

1.

Geologische Beobachtungen im Eise, während des Aufenthaltes auf der Hansa und auf der Scholle.

Es ist allerdings sicher, dass wohl kaum ein Geologe Gelegenheit haben wird, an Bord eines Schiffes, das sich einen mühevollen Weg durch Eisfelder bahnt, und in anständiger Entfernung von der Küste, dem eigentlichen Schauplatz seiner Thätigkeit, stecken bleibt, wissenschaftliche Beobachtungen machen zu können, ja es klingt die Überschrift dieses Capitels vielleicht etwas bedenklich für die Sicherheit der darin enthaltenen Angaben; dennoch glaube ich, die diesbezüglichen Thatsachen

immerhin berichten zu sollen; sie beziehen sich keineswegs etwa auf teleskopische Untersuchungen der Küste, sondern zunächst auf einige Ergebnisse, welche mittelst des Schleppnetzes erhalten wurden, sowie auf einige Punkte der Küste, welche, gleichwohl sie unnahbar waren, doch mit einige Möglichkeit gewährten, einen Schluss auf ihren Bau zu wagen.

Es war hauptsächlich in meiner Absicht gelegen, während der Seereise möglichst viele Untersuchungen über die Verhältnisse der Tiefsee zu machen, wozu die Hansa ganz besonders geeignet schien. Leider mussten die derartigen Untersuchungen ungethan bleiben, da eine Menge unüberwindliche Hindernisse eintraten, davon ich nur den Umstand erwähnen will, dass wir für unsere Hauptabsichten sehr spät an die Eisgrenze gelangten, und keine Zeit übrig behielten für Untersuchungen, welche sehr langwierig und zeitraubend sind.

Es wurden daher alle derartigen Studien auf die Heimreise verschoben und blieben sohin gänzlich unausgeführt.

Ausser mit einem Apparat, dessen sich die schwedische Expedition zu solchen Untersuchungen bediente, hatten wir noch einen andern an Bord, welcher nach Angabe des Herrn v. Freeden, Director der deutschen Seewarte sehr einfach construirt war. Es war dies ein hohler Kegel mit Schaufelrand und Ablassventil, der jedoch nur in geringen Tiefen mit Vortheil zu gebrauchen war, da er dann eine grosse Grundprobe brachte, allein in grossen Tiefen sank er trotz 50 Pfd. Belastung nicht weiter.

Die meisten Resultate über die Beschaffenheit des Meeresbodens unter dem Packeise lieferten die Schleppnetzzüge, welche mein Freund Dr. Buchholz, so oft es möglich war, anstellte, und in deren Ergebnisse wir uns nach unseren verschiedenen Interessen brüderlich theilten. Zu beklagen ist es, dass die erbeuteten zoologischen Objecte mit der Hansa untergingen, da sie von viel grösserer Bedeutung waren, als was eben geologisches Interesse erwecken könnte.

Einige Versuche mit dem Lothapparat noch während der Reise, welche bei vollständig ausgebrachter Leine kein Resultat brachten, also an Stellen vorgenommen wurden, wo eine noch grössere Tiefe sich fand, sind von weiter keinem Interesse. Im

Eise am 23. Juli auf 74°6 NB. (Log.), 15°47 W. L. (Log.) wurde ebenfalls die Leine ganz (1000 Faden) ausgebracht, ohne Grund zu erreichen.

Am 26. Juli auf 73°8′ N. B., 11° 32′ W. L. lotheten wir bei 550 Faden Grund und brachten gelben Schlamm herauf. Ein weiterer Versuch missglückte, indem das Loth sitzen blieb. Am 14. August, 74°45 N. B. 13°248 W. L. lotheten wir in 120 Faden Grund. Der Freeden'sche Apparat brachte diesmal einen dicken Filz kieselnadeliger Spongien und zahlreiche Serpulen, Foraminiferen etc. herauf, alles von einem gelblichen Schlamm bedeckt. Am 16. August, auf 74°38 N. B. und 14°33 W. L. warf Dr. Buchholz das Schleppnetz aus und erbeutete in 120 Faden Tiefe eine Menge Organismen, namentlich wieder die kieselnadeligen Spongien, auch eine bedeutende Last Gesteine und zwar bis faustgrosse Brocken, Gneiss, Granit, Glimmer- und Hornblendschiefer. Die Kante der Stücke waren nicht sehr abgerollt, so dass dieselben nicht aus weiter Ferne stammen konnten, sondern den Schluss nahe legten, dass die nahe Küste, und wohl auch der Meeresboden aus krystallinischem Gesteine bestehe, da treibende Eisberge hier gänzlich fehlen.

Der von Buchholz am 19. Aug. auf 74°38 NB 13°23 WL. vorgenommene Schleppnetzzug bestätigte die vorher erlangten Resultate. Ebenso eine am 20. August in 127 Faden Tiefe vorgenommene Lothung. Den 29. August, auf 74°14 NB,, 16°27 WL. lotheten wir in 148 Faden dasselbe Geröll, jedoch hatten hier die Gesteinstrümmer nicht über Wallnussgrösse.

Die Ergebnisse dieser nicht weiter fortgesetzten Versuche wären schliesslich das ganze Ergebniss meiner Theilnahme an der Nordpolar-Expedition gewesen, wenn wir noch im Herbste des Jahres 1869 umgekehrt wären, da später an ein neuerliches Ausbringen der Leine bei der niedrigen Temperatur nicht mehr zu denken war; und die Versuche sohin eingestellt werden mussten. Die Welt wäre also mit der einzigen geologischen Entdeckung von meiner Seite beglückt worden, dass sich auf dem Meeresboden, und zwar auf dem 74° NB., nicht gar weit vom Lande, Urgebirgsgerölle findet!

Glücklicherweise konnte oder sollte ich doch noch etwas später einige Bemerkungen hiezu auflesen.

Ich habe die Küste allerdings aus ziemlicher Entfernung gesehen, muss aber bemerken, dass es mir nicht entgangen ist, wie der Gebirgscharacter zwischen dem Liverpoolland, und der Küste nördlich bis auf 74° n. N. wesentlich verschieden ist. Die Landschaft nördlich liess steil abfallende langrückige Bergzüge erkennen, aus welchen einzelne kegelförmige Kuppen emporstiegen. Dagegen hatte Liverpoolland ganz den Character der scharfen vielzackigen, oft wild zerrissenen Kalkalpen.

Ich konnte mich nicht des Vergleiches zwischen dem Anblick dieser Berge und den nördlichen Kalkalpen erwehren, wie man sie von der bairischen Hochebene aus der Gegend von München von der Bavaria und noch besser von der Aitlinger Höhe etwa vor sich zieht [1].

Es scheint mir erwähnenswerth, dass Scoresby bei seinem Besuch auf Liverpoolland auch Versteinerungen gefunden hat, die leider verloren gingen, aber doch immerhin würde dieser Fund dem angeführten Gebirgscharacter entsprechen [2].

Scoresby erwähnt auch in seinem Tagebuche, dass er gelegentlich der Landung an der Südseite des gewaltigen Scoresbysundes unter anderem auch ein Stück Braunkohle fand, das ihm ganz ähnlich jenem Vorkommen schien, wie es schon damals auf der westlichen Seite des grönländischen Continentes auf derselben Breite (70° N.) in der Umgebung von Disko bekannt war; doch konnte er zu den Kohlenlagern nicht gelangen, da dieselben oberhalb eines vergletscherten Gebirges lagen [3].

Als wir auf der Scholle im Anfang November den Scoresbysund passirt hatten, und dicht unter Cap Brewster lagen, konnte ich an einer schroff aufsteigenden Feldwand, welche sich über vereistes Land erhob, deutlich zahlreiche schwarze Streifen

---

[1] Der Character von Liverpoolland tritt leider in der von H. Hildebrand gegebenen Zeichnung nicht scharf hervor, da nur ein kleines Stück dort wieder gegeben ist.

[2] Vergleiche William Scoresby d. j. Tagebuch einer Reise auf den Wallfischfang, übersetzt v. Kries. Anhang. p. 375 ff. Namentlich die auf pag. 375 gemachte Bemerkung Jamesons.

[3] Ebenda pag. 244.

beobachten, welche bei ziemlich spitzwinkeligem Einfall gegen Süden von den schneebedeckten Zwischenmittel stark abstachen, so dass die Wand wie ein preussischer Grenzpfahl schwarzweiss gebändert erschien.

Ich halte diese schwarzen Streifen für Ausbisse von Kohlenflötzen, und habe wohl dieselbe Stelle gesehen, von welcher Scoresby[1] spricht. Die Beobachtung ist von einigem Werthe, wenn man bedenkt, dass die ansehnlichen Kohlenlagen auf der Westseite von Grönland zwischen Jacobshavn und Disko auf derselben Breite zwischen 69—70° n. B. liegen, und durch ein nordnordöstliches Streichen einen Zusammenhang mit den gleich alten Ablagerungen auf Spitzbergen annehmbar machten.

Hiemit schliessen meine Beobachtungen, die ich auf der Hansa und auf der Scholle machte. So unzulänglich, ja wahrhaft kümmerlich sie sind, mögen sie doch einen Platz hier finden, da oft geringfügiges einen Anhaltspunkt gewährt, und auch das Wenige, was die Expedition in dieser Hinsicht gewährte, erwähnt werden soll.

2.

Das Eis des Polarmeeres als Transportmittel von Schutt und Steinen.

Man ist gewöhnt, wohl auf Grund der Grossartigkeit, welche das erratische Phänomen in der nördlichen Zone unserer Hemisphäre besitzt, die Beobachtungen, welche Polarreisende hinsichtlich mit Steinen und Schutt beladenen Treibeismassen, wozu ich Schollen und Berge rechne, als eine sehr allgemeine aufzufassen. Meine in dieser Beziehung jedenfalls sehr reiche Erfahrung bestätigt jedoch keineswegs die Annahme, vielmehr gehören darnach beladene Eismassen immerhin zu den Seltenheiten.

[1] Ebenda p. 243. Scoresby hat diese bandförmigen Streifen an den Bergen von Cap Brewster, deren Höhe er auf 2400—2600' misst, ebenfalls beobachtet; er vergleicht sie mit einer riesigen Treppe und hält sie für „Flötztrapp", geschichtete Grünsteinlagen, da er solchen von seinen ans Land geschickten Leuten erhielt und selbst aufsammelte.

Man hat zwar unmittelbar an der Eisgrenze sofort Gelegenheit, zahlreiche Schollen zu beobachten, welche durch ein dunkles, schmutziges Aussehen sich von den übrigen unterscheiden, gleichwohl stammt aber der ihnen aufgeladene Schlamm keineswegs immer vom Lande, sondern die sich auf dem Treibeis lagernden Robben bringen ihn an ihren Körpern mit herauf, auch sind es häufig die von diesen Thieren herrührenden Excremente, welche sich wie Schlamm auf den Schollen ausbreiten. Gleichwohl sind aber manche Eismassen durch und durch missfärbig, und diese stammen vom Lande.

Ich habe später bestätigt gefunden, dass noch fest liegendes Bayeis in der Regel schmutzig gefärbt erscheint, wie das Eis unserer Flüsse im Frühjahr beim Eisgang. Niemals konnte ich in einem Stück Eis, Scholleneis, Gesteinsbrocken eingebettet bemerken, obgleich uns oftmals Gelegenheit geboten war, eine Scholle von unterst zu oberst gedreht zu sehen.

Eine Scholle, welche wirklich eine Last Steine trug, bemerkten wir am 5. September, als wir das letztemal unter Segel waren, doch war es nicht möglich, dieselbe zu erreichen. Sie lieferte den Beweis, wie weit durch das Scholleneis Schuttmassen vom Lande transportirt werden können, denn wir befanden uns damals circa 20 Seemeilen davon. In den ersten Tagen des Juni, vor unserer Landung auf Iluidlek, und auch nach dieser, hatten wir Gelegenheit zu beobachten, wie rasch das Bayeis unter günstigen Bedingungen eine beträchtliche Strecke aus der Bay herausgeführt wird, wodurch natürlich auch sogenanntes Grundeis mit entführt wird, das missfärbig durch eingebackenen Schlamm aussieht. Ich hatte jedoch keine weitere Gelegenheit, auf einer Scholle Gestein zu bemerken. In der Mission Lichtenau erhielt ich mehrere Mineralien, einen Fluorit, einen Zeolith und ein Stück Weichtstein, welche als Seltenheiten dort aufgehoben wurden, da man sie auf dem Eise gefunden hatte. Dies beweist, dass auch in Westgrönland beladene Schollen nicht häufig sind.

Öfter bemerkt man in dem klaren Eise vegetabilische Reste eingeschlossen. Ihr Auftreten im Eise beweist jedoch nicht, dass dasselbe am Lande gebildet worden sei; vielmehr können dieselben in ziemlicher Entfernung dem Eise zugeführt werden.

Ende October, nach den heftigen Herbststürmen, befanden wir uns am südlichen Ende des Liverpoollandes, und hatten Gelegenheit, auf der Scholle mancherlei Reste von Weiden, Vacciaceen und Saxifragen auf dem Eise aufzulesen, die alle der Wind von der wohl 6—10 Meilen entfernten Küste herbeigetragen hatte.

Auch ein dunkler Streifen im Eise kann selbst bei beträchtlich grossen Schollen in einiger Entfernung entstehen. Am 1. November bemerkten wir auf der Scholle alle nach Süd gerichteten Seiten von Erhöhungen auf dem Eise ockergelb gefärbt. Wir nahmen dies erst für eine Wirkung der untergehenden Sonne, da die gelbe Färbung mit dem Schatten zusammenfiel, doch blieb dieselbe auch nach dem Untergange, und wir überzeugten uns, dass es ein mit der Luft herbeigetragener atmosphärischer Staub war, der auch auf anderen Eisfeldern in derselben Richtung ausgestreut war. Wir konnten, da wir ohne Instrumente und Hilfsmittel waren, den Staub nicht untersuchen oder aufbewahren, waren aber zur Vermuthung geneigt, derselbe sei von Island durch den südöstlichen Wind, der damals wehte, herübergetragen worden, etwa in Folge eines vulkanischen Ausbruches, welche letztere Ansicht jedoch nicht bestätigt wurde, was wohl auf einen kosmischen Ursprung desselben hindeutet.

Diese Staubschichte war lange nachher noch durch eine braungelbe Linie unter dem hohen Schnee erkennbar, und kann so auch ins Eis gelangen, da die sich unter der Schneelast senkende Scholle auch nach und nach, oder vielmehr hauptsächlich hier durch Einwirkung des Seewassers, zu Eis verdickt wird.

Was den Transport von Gestein durch Eisberge anbelangt, so gehören gleichfalls solche, die Gesteine über Wasser tragen, zu den Seltenheiten. Unter den wohl an Tausend zählenden Eisbergen, die ich genau zu betrachten nur zu gut Musse hatte, habe ich nur wenige mit Blöcken beladene wahrgenommen. In der Nähe des Puisortok-Gletschers, auf 64° 22 n. B., bemerkten wir am 8. März einen hohen steilwändigen Eisberg mit schmutzigen Streifen, auf welchem einige schwarze Körper lagen. Mehrere sahen wir durchs Glas sich deutlich bewegen und erkannten in ihnen Robben, die wohl durch einen ungünstigen Zufall auf jenen Block gelangt waren. Einige unbewegliche Punkte hielt

ich für Felsstücke. Es scheint, dass dieser Berg unter Wasser abgebrochen war, just zu einer Zeit, als auf ihm die Robben ruhten, die mit dem Eise auch hoch empor gehoben wurden.

Am 10. März trieb um Mittag ein grosser Eisberg an uns vorbei, welcher einen Felsblock im Eise eingeschlossen mit sich führte. Dies sind die einzigen zwei Fälle in Ostgrönland. In Westgrönland bemerkte ich am Ausgange des Lichtenaufjordes einen kleinen Eisberg, welcher eine reiche Ladung Schutt und Gletscherschlik führte. Hier wurden auch solche zahlreicher, welche durch einen missfärbigen Streifen ihre Last verriethen, aber immer noch blieben sie vereinzelt.

Ob die Eisberge ihre Last unter dem Wasserspiegel führen, und durch dieselbe wie äquilibrirt erscheinen, kann ich nicht angeben. Ich habe wiederholt gesehen, wie Eisberge, welche, durch irgend einen Umstand aus ihrer Gleichgewichtslage gebracht wurden, das Unterste zu oberst kehrten, ohne jemals dabei beobachtet zu haben, dass auf diese Weise ein Felsblock wäre mit hervorgehoben worden [1].

Aus diesen Anschauungen, welche ich auch durch Mittheilungen von Seite der Missionäre und anderer Erfahrener bestä-

---

[1] Meine diesfälligen Bemerkungen weichen von jenen Mittheilungen ab, welche Scoresby d. j. (Tagebuch einer Reise auf dem Walfischfang, übers. v. Kries, p. 253) mittheilt, welcher am Cap Brewster zahlreiche beladene Eisberge traf und die Belastung des einen auf 50.000 Tonnen (?) angeblich berechnete. Einer sollte auf 100 Fuss mit Steinen bedeckt gewesen sein! Ich muss gestehen, dass mir bei dem aufmerksamen Auge, welches ich für diese Sache hatte, und womit ich bei der reichlich gebotenen Gelegenheit jeden Eisberg besah, eine solche Erscheinung nicht entgangen wäre. Aber selbst diesen Fall angenommen, hätte gewiss einer meiner Gefährten dieselbe bemerkt. Wohl konnte der aufgelagerte Schnee ein und die andere Steinmasse verbergen, doch solche grosse Massen hätten unbedingt hervortreten müssen.

Immerhin aber ist es möglich, dass die unvergleichlich grösseren Eisberge jener hohen Breiten (70—72° n. B.) hierin eine bedeutende Ausnahme machen. Möglicherweise kommen sie nur dicht am Lande vor, und gelangen nur zertrümmert und entfrachtet in südlichere Gegenden.

Auch auf der Westküste von Grönland scheinen dergleichen beladene Eisberge im Norden häufiger zu sein, wie sich aus Rink's Bemerkungen (Grönland I. p. 22 ff.) ergibt.

tiget finde, muss ich wohl zu dem Schlusse gelangen, dass der Transport von Schutt und Gesteinen durch das Eis wenigstens auf Ost- und West-Grönland keineswegs ein besonders reichlicher sei. Ich bin der Meinung, dass die Zahl der beladenen Eisberge auch in nördlichen Gegenden dennoch gegen die unbeladenen verhältnissmässig gering ist, dass sie sich befrachtet nur selten weit von der Küste entfernen und schon viel Schutt in der Nähe verlieren. Rink und Nordenskjöld stimmen darin überein, dass das Binneneis überhaupt wenige Blöcke ausführe, also wohl die meisten beladenen Eisberge von lokalen Gletschern stammen dürften, oder wohl erst in der Nähe des Abschwunges befrachtet werden.

Denkt man sich aber die colossale Menge von Eisbergen, welche im grönländischen Meere schwimmen, und würde jeder von ihnen eine Last Steine führen, so müsste durch den Absatz derselben wohl schon eine sehr merkliche Niveauveränderung im Laufe der Zeit entstanden sein, von der wir bis jetzt nichts wissen. Immerhin aber genügen selbst die einzelnen beladenen Eisberge, jene Anhäufung von erratischem Schutt auf dem Meeresboden hervorzubringen, welcher ihn als unterseeisches Gegenbild der bekannten Findlingsbildungen in den Ostseeländern erscheinen lässt.

3.

Bemerkung über die Krystallgestalt des Seeeises.

Am 18. August, während einer Begleitung des ersten Steuermannes bei dessen photographischen Versuchen, hatte ich Gelegenheit, folgende interessante Wahrnehmung zu machen.

Das junge Eis, welches sich damals schon allmälig auf den offenen Stellen bildete, mochte etwa die Stärke von 3 Ctm. erlangt haben, es war auf der Oberfläche ziemlich glatt, jedoch weich und brach leicht in Stücke. Als ich ein solches Bruchstück aus dem Wasser nahm und das anhaftende Wasser davon ablaufen liess, bemerkte ich, dass die Unterseite ein ganz anderes Aussehen als die Oberseite gewann, und in der That stellte diese Seite, als ich sie gegen oben kehrte, ein System von Linien dar, wie sie in der Form der bekannten Wichmannstätt'schen Figuren

durch Ätzen auf dem Meteoreisen hervorgebracht werden, oder noch besser, wie man sie wahrnimmt, wenn man eine Krystalldruse Muscovit, oder Zinnwaldit, von oben betrachtet. Ein System von Linien zeigte sich, welche unter verschiedenen Winkeln einander begrenzten. Als ich nun das Eisstück weiter zerbrach, um ein Stück zu erhalten, welches nur parallele Linien auf der Oberfläche zeigte, bemerkte ich sofort, dass dieselben durch eine Gruppe hexagonaler Tafeln hervorgebracht wurden, welche mit der Fläche aneinandergelegt waren, während sie mit dem Tafelrand senkrecht auf der Wasserfläche standen. Bei näherer Besichtigung eines Eisstückes bemerkte ich nun auch, dass die Zusammenstellung keine regellose war, sondern hexagonale, trigonale und rhombische Parketten, welche eine aufeinanderstehende Streifung zeigten, sich nach einem Dreieck zusammenlegten.

Es ist bedauerlich, dass ich diese interessante Erscheinung nicht optisch, überhaupt nicht weiter untersuchen konnte, da ich zu ersteren Untersuchungen keinerlei Instrumente besass, aber auch nie wieder in die Lage kam, Eiskrystalle auf der Unterseite des jungen Eises wahrzunehmen, da ich nie wieder eine so günstige Gelegenheit, wie die eben zufällig gefundene erlebte.

II. Abtheilung.

Versuch einer Darstellung der geologischen Verhältnisse der Südspitze von Grönland.

1.

Orographische Skizze von Süd-Grönland.

Der südlichste Theil von Grönland, d. i. die Erstreckung der Halbinsel von 59°47—61° n. B., jenes Gebiet, welches wir während unseres zweimonatlichen Aufenthaltes auf dem Festlande auf der Ost- und Westküste kennen lernten, besteht aus drei sich deutlich scheidenden orographischen Zonen. Das eigentliche Festland, die grossen Inseln und die Ausseninseln, oder, wie ich mir diese zu nennen erlauben will, der Klippenzaun.

Es ist jedoch leicht nachweisbar, dass alle drei unterscheidbaren Zonen mit einander verbunden sind und einander ergänzen.

Das Festland, dessen südliche Erstreckung die Halbinsel von Friedrichsthal bis 59°58 n.B. reicht, stellt eine auf der Ostseite ziemlich steil nordsüdlich, auf der Westseite sich mehr nach Westen erstreckende Landzunge dar, zwischen 42° 50 — 48° 31 w. L. von Greenwich. Das Innere des Landes wird durch das sogenannte Binneis erfüllt, jenen gewaltigen Centralgletscher, welcher den ganzen Continent erfüllt und in der Form von grossen Eisströmen sich unmitelbar ins Meer ergiesst. Um diese Eismasse legt sich ein breiter Saum Festland, welcher von schmalen, tief ins Land hineinreichenden Meeresarmen (Fjorden) an sehr vielen Stellen unterbrochen wird. Es gewinnt das Ansehen, dass das Festlandeis der östlichen Küste näher gerückt sei als der westlichen, da man die blinkende Eismasse im Innern auf der Ostseite viel näher sieht, auch die Zahl und Grösse der das Binneneis ausführenden Gletscher jene auf der Westseite bei weitem übertrifft.

Die Fjorde, welche in das Land einschneiden, strahlen ziemlich regelmässig von der Längsaxe des Continentes nach allen Seiten hin aus.

Der südlichste Iloafjord erstreckt sich fast in genauer südnördlicher Richtung, dagegen nehmen die ihm zunächst gelegenen Fjorde, der Tessermiut auf der Westseite, der Lindenaufjord auf der Ostseite schon eine deutliche, dagegen convergirende Richtung an. Je weiter man nach Norden fortschreitet, desto mehr stellen sich die Strassen senkrecht auf die Längsaxe des Continentes.

Demgemäss erscheint nun auch das Festland als ein von der Längsaxe Grönlands fächerförmig ausstrahlendes Land, dessen Thalsohlen mit Wasser bedeckt erscheinen.

Kein Land ist so arm an ebenen Strecken als Grönland. Ziemlich gleich hohe Gebirgskämme, welche meist ganz steilwandig ins Meer abstürzen, weit vorspringende Vorgebirge bilden, und nur hie und da von hochgelegenen Querthälern durchsetzt werden, bilden das Land.

In wenigen Fällen findet sich vor dem Absturz des Gebirgskammes ein hügeliges Vorland, wie etwa bei Igikait, oder Südpröven am Eingang des Lichtenaufjordes; noch seltener ein kleiner ebener Landstrich, so dass die Bezeichnung „Ebenes Land (Narksak)“ den Eingebornen geradezu für Friedrichsthal gilt. H. Rink, dessen fleissigem Beobachten wir fast das einzige genauere über Süd-Grönland verdanken, bemerkt (Grönland II. Bd., p. 102), dass auf den 120 Qudrm. grossen District Julianehaab kaum ein paar Quadratmeilen ebenes Land entfallen.

Die Bergkämme, welche in der Streichungsrichtung der Continentslängsaxe die grösste Höhe, wohl über 4—5000 Fuss, erreichen, dagegen seitlich dieser bis 2000 und 1200 Fuss an ihrem Absturz zur See herabsteigen, sind überall ziemlich gleich hoch und steigen nach innen sanft an.

Hie und da erheben sich jedoch auf denselben hohe malerische Felspyramiden und steile Obelisken, wie das von uns sogenannte Spitzenland auf der Ostseite (61°), die Halbinsel Sermenua, dann der mächtige Nakpersoak, ein weithin sichtbarer Obelisk, der wie ein riesiger Schlot aus dem Binneneise Süd-Grönlands aufragt, und mir von den Missionären als der höchste Berg angegeben wurde. Der Malenefjeld auf Nunarsoid etc.

Wenn auch die dem Meeresspiegel sich bis auf 1200 Fuss nähernden Bergkämme im Sommer schneefrei werden, so tragen doch schon die über 3000 Fuss hohen Berge allerorts Gletscher, die natürlich mit zunehmender Höhe wachsen, und oft wie Ausläufer des Binneneises aussehen.

Wo sich dem Gebirge ein niedriges Vorland anschmiegt, steigt auch dieses gewöhnlich ziemlich steil aus der See auf und bildet dann einen mehr oder minder hohen Höhenzug, der zuweilen eine zusammenhängende Kette bildet, zuweilen aus isolirten Klippen besteht. In der Regel erscheint das Vorland mit Felsblöcken bedeckt und rauh, seltener, bei günstiger Lage, jedoch bewachsen.

Obwohl die Vegetation bis an das Meer herabsteigt, wird sie doch, je weiter sie sich dem Wasserspiegel nähert, immer kümmerlicher. Dagegen entfaltet sie sich in der Höhe von 50—

800 Fuss am üppigsten, darüber hinaus erscheinen die Berge als kahle, öde Felsenhäupter.

Bemerkenswerth erscheint die Kegel- oder Glockenform einzelner Berge, welche nicht über 1200 Fuss hoch, innerhalb grösserer Fjorde an Theilungspunkten derselben, oder auch auf einzelnen Inseln aus dem flachen Lande aufragen. Letztere rundkuppige Inselberge haben selbst die Aufmerksamkeit der Eingebornen wachgerufen, sie bezeichnen solche Inseln nach der Form des Berges, der wohl der oberen Hälfte eines Herzens ähnelt, mit dem Namen Omenak, Omenarsuk, Omenarsoak, (Herzinsel, kleines, grosses Herz). Zuweilen verlaufen aber dergleichen Kuppenberge in ziemlich lange Rücken. Solche ausgesprochene Rundkuppen sind der Storefjeld bei Julianehaab, die Berge im Fjord von Frederikshaab, der Alkuliarisarsoak im Lichtenaufjord, welcher letztere ausserdem noch auf seinem rundkuppigen Körper spitze Felszinnen und Graden zeigt, und viele andere Berge. Von den Inseln zeigt Sedlia auf der Ostseite einen solchen aus dem ebenen Lande aufragenden domartigen Felsen, die Insel Nennortalik einen verlängerten solchen, endlich jede wie oben benannte Insel auf der Ost- und Westseite Grönlands, und viele andere Inseln (Kinkigtok). Bemerkenswerth scheint diese Bergform deshalb, weil sie auch isolirt als Insel auftreten, wie ich später noch anführen werde.

Thalbildungen mit Ausnahme der Fjorde sind wenig bedeutsam. Es gibt wenige Thäler in Südgrönland, welche zugänglich sind, wenn nicht etwa der Ausgang eines Fjordes in ein begehbares Thal ausläuft. Als besondere Merkwürdigkeit der Umgebung von Friedrichsthal gilt das Thal Kingoa, welches vom Tessermiutfjord östlich verläuft, einen kleinen See und einen Gletscherbach führt und in seiner Mitte etwa sich in einen nordöstlich streichenden, mit einem Gletscher schliessenden Arm, und einen östlichen theilt, durch welchen man ohne grosse Schwierigkeiten in den Iloafjord gelangt. Ähnlicherweise gestatten die Verhältnisse zwischen dem Igalliko und Tunutliorbik am hinteren Ende einen Übergang. In der Regel aber verlaunen die gewöhnlich tiefeingerissenen, steilwandigen Thalschluchten ein sehr beschwerliches Weiterschreiten, da sie vollkommen mit Felsengerölle erfüllt sind. Als wirkliche Spaltenthäler und

von den Fjorden verschieden sind jene mit Wasser bedeckten Strassen aufzufassen, welche in südnördlicher Richtung die grossen Inseln an der Südspitze von einander trennen, so die Torsukatekstrasse zwischen dem Festlande und Sedlevik und deren wohl unbenannte Parallele.

Die höher gelegenen Thalrisse erscheinen fast durchwegs mit Gletschereis erfüllt. Die meisten derselben sind auch den Einwohnern gänzlich unbekannt, da die Eingebornen aus gewisser abergläubischer Furcht das Wandern im Gebirge meiden.

Die Hauptthäler des Landes sind, wie schon eingangs erwähnt, die tief in das Land eingreifenden Fjorde, deren Sohle vom Meere bedeckt ist und welche auf diese Art eigenthümliche Buchten darstellen. Die Seiten derselben bilden in der Regel steil abfallende Felswände, in den meisten Fjorden sind ebene Flächen ziemlich rar, was das Bereisen derselben bei ungünstiger Witterung sehr erschwert, da man einem plötzlich auftretenden Sturm im schwankenden Boot schutzlos ausgesetzt ist. Der etwa 8 Meilen tiefe Igallikofjord zeigt auf seiner ganzen Erstreckung ausser dem ebenen Ende kaum zwei oder drei Stellen, welche eine Landung erlauben. Ebenso ist ebenes Land am Eingange der Fjorde selten. Friedrichsthal bietet insoferne eine Ausnahme, als es längs des Fjordes einen Spaziergang etwa auf eine engl. Meile landeinwärts gestattet.

In der Regel jedoch verlaufen die Fjorde nach rückwärts in ein ebenes Thal, welches jeder Zeit durch eine kräftigere Vegetation ausgezeichnet ist, wie überhaupt alle für den Pflanzenwuchs geeigneten Stellen innerhalb eines Fjordes in der Regel üppigere Gewächse besitzen als alle anderen Plätze.

Nicht selten bildet den Abschluss des Fjordes ein Arm des Binneneises, welches in Gestalt eines Gletschers seine Eisberge dem Fjorde, und auf dessen Gewässern dem Meere zuführt. Ein solcher Fjord verräth schon am Eingange in der Regel seinen Gletscher durch die an einem Cap aufgestapelten Eisberge, welche zu ihrer Abreise hohes Wasser brauchen. Diese Erscheinung konnten wir auf der Ostseite vielemale wahrnehmen, umsomehr als hier bekanntlich die Eisverhältnisse weit grossartiger sind. Zuweilen jedoch lässt er nur die Nähe des Binneneises durch einen herabstürzenden Gletscherbach wahrnehmen.

Die Fjorde verlaufen zuweilen einfach, theilen sich aber nicht selten in mehrere Arme. So der prächtige Lichtenauer Fjord in seinem letzten Viertheil, der Igalliko, Tunudliorbik u. a. m. Hat man die grossen Inseln vor dem eigentlichen Festlande im Auge und betrachtet diese als Fortsetzungen des Festlandgebirges, dann theilt sich ein Fjord auch nach aussen hin in mehrere Arme. So vor allem der Iloafjord, welcher sich in die Torsukatekstrasse, Tanera und grosse Iloastrasse abtheilt, zugleich auch mit dem Prinz Christianssund und dem Zufluchtsfjord auf König Christian des IV. Land zusammenhängt. Der südliche Grenzwall des Igallikofjordes setzt in der Insel Akkia (Storeöe) gegenüber der Colonie Julianehaab fort, auch der Sermelikfjord wird auf diese Art durch die grosse Insel Sermersoak und einige etwas kleinere in mehrere Strassen zerlegt.

Über die Tiefe der Fjorde unter dem Wasserspiegel habe ich keine Erfahrung. Ich glaube, dass dieselbe sehr wechselt. Sehr eigenthümlich sind auch die Klippen und Inselchen, welche sich nicht selten in den Fjorden finden. Im allgemeinen lässt sich von ihnen zunächst sagen, dass sie an Grösse und Höhe gegen die Mündung des Fjordes zunehmen. Im Inneren treten oft ganz flache, oberflächlich sehr glatte Inselchen von im allgemeinen elliptischem Umriss auf, welche sich mit ihrer längeren Axe in die Richtung des Fjordes stellen. Diese ragen zuweilen nur bei der Ebbe über den Wasserspiegel empor. Solche kleine flache Inseln zeigte der Zufluchtsfjord, auch gehören hieher die Inselchen des Igalliko, von denen eine die vielbesprochene normännische Ruine trägt, welche bei hohem Wasserstand fast überfluthet wird, und als Beweis der Küstensenkung in West-Grönland gilt. Ähnliche Inseln finden sich auch anderwärts. Gegen aussen nehmen jedoch die Inseln an Grösse zu, und haben nicht selten eine rundkuppige Form, wie ein unmittelbar ins Wasser gestellter Berg, oder sie erheben sich einerseits flach und auf dieser Seite dem Fjorde zugewendet, und fallen dann auf der einen Seite höher und steiler ab. Die rundkuppigen Inseln sinken in ihrer Grösse herab, bis man sie Klippen nennen kann, die mehr oder weniger hoch aus dem Wasser aufragen und vollkommen rund zugeschliffen sind. Am auffallendsten war mir diese Erscheinung auf der Ostseite am südlichen

Ende des grossen Lindenaufjordes, und unmittelbar südlich von den Alluk-Inseln. Hier passirten wir zahlreiche Klippen, welche theils nur wenige Fuss, theils mehrere Klafter über den Wasserspiegel aufragten und vollkommen rund zugeschliffen waren. Es ist unschwer, hierin wirkliche „Rundhöcker“, (roches moutonnées) zu erblicken, die ihre Gestalt dem Eise verdanken, wovon ich später ausführlicher zu sprechen mir erlauben werde.

Fassen wir das Inselland ins Auge, so möchte zunächst die Bemerkung wiederholt werden, dass die dem Lande zunächst liegenden grossen Inseln eigentlich mit diesem so innig zusammenhängen, dass sie füglich als Fortsetzungen desselben, trotz der trennenden Strassen betrachtet werden müssen. Die schmalen Strassen sind in der That stellenweise so seicht, dass sie selbst mit kleineren Fahrzeugen kaum passirbar sind, und es nur eine sehr mässige Erhebung des Landes oder Erniedrigung des Seespiegels bedürfte, um den trockenen Zusammenhang in vielen Fällen herzustellen. In den meisten Fällen gibt auch die Richtung des Streichens der Gebirge den Zusammenhang mit den Festlandsbergen deutlich zu erkennen.

Die grossen Inseln an der Südspitze von Grönland werden in ihrer Form durch Gebirgsstöcke gebildet, die ein zusammengehöriges, etwa westnordwestlich streichendes Massiv ausmachen, das durch senkrechte Thalspalten in mehrere Theile zerfällt, und somit eigentlich fächerförmig von der Südspitze des inneren Iloafjordes ausstrahlen. König Christian's IV. Land ist von wenigstens zwei ziemlich parallel NNW. bis SSO. streichenden Gebirgsketten durchzogen, welche sich noch auf einigen bis jetzt unbekannten Inseln fortsetzen. Die Berge erheben sich zu einer beträchtlichen Höhe, und sind stark vergletschert. Die Insel ist mehrfach mit tiefen Einschnitten versehen, welche vorwiegend auch eine der Gebirgsrichtung entsprechende Lage haben. So der vielfach erwähnte Zufluchtsfjord, welcher nach der Karte ein langes Stück mit dem Christians-Lande parallel läuft, und möglich in die Tanera mündet, die Badebucht u. a. m.

Die Gruppe der Inseln, zu deren einer das Cap Farewell gehört, sind mehr in nordsüdlicher Richtung gestreckt, mit Aus-

nahme einer unbenannten Insel östlich, welche mit dem König Christians-Land ziemlich parallel läuft. Die Gebirge dieser Inseln steigen in beträchtlicher Höhe auf und fallen wenigstens auf der Nordseite mit Ausnahme der Insel Sedlewik ganz steilwandig ab. Ihre wilden Felsenhäupter sind in eine Menge Zinnen und Spitzen geschlitzt, zwischen welchen allerseits das Gletschereis hereinblickt.

Etwas abweichend hievon ist die Nordseite der Insel Sedlewik, die westlichste der grossen Südinseln. Obwohl auch hier das Land steil aus der Strasse aufsteigt, verläuft es doch in ein sehr flaches wellenförmiges Hügelland, aus welchem ein ziemlich hoher rundkuppiger Einzelberg aufragt. Erst die westliche Seite der Insel ist bergig und zeigt in ihrem Verlauf eine merkwürdige Übereinstimmung mit der Gliederung der gegenüberliegenden Festlandsberge, von denen sie durch die Strasse Torsukatek getrennt ist. Die Insel wird von der Südseite her durch einen tiefen Fjord in zwei fast gleiche Hälften getheilt, welche an der Nordseite nur durch eine schmale Landenge in Verbindung stehen.

Die nächste grosse Insel ist mit Übergehung einiger minderen, wie Nunarsoak bei Friedrichsthal Sermersoak 60° 10—60° 23 n. B. zwischen Nennortalik und Südpröven. Die Insel stellt einen ringsum steil aus dem Meere aufsteigenden Gebirgsstock dar, dessen über 3000′ hohe Berge allerorts vergletschert sind. Nur ein auf der Westseite sich öffnendes Thal Koakassik gestattet etwa eine halbe Meile in das Innere einzudringen (Rink, Grönland II. p. 357). Es ist nicht schwer, in dieser Insel eine Fortsetzung des Festlandgebirges zwischen dem Sermelik und Unortokfjord zu erkennen.

Weitere grosse Inseln sind die vor Julianehaab liegenden Akkia (Storeöe) und Kangek südlich von dieser. Auch hierin erkennt man eine Fortsetzung des Gebirges leicht, welches den Igallikofjord im Süden begrenzt, letztere dagegen bildet einen ähnlichen, jedoch niedrigen Knoten wie Sermersoak, und theilt den südlichen Fjord von Julianehaab in zwei Arme.

Auch die grösseren Inseln Kingigtok, nordwestlich von Julianehaab ist eine Fortsetzung des Festlandszuges zwischen dem Kangerdluarsuk und Tunudliorbikfjord, und diesen trennt

vom Sermelikfjord und verlängert beide beträchtlich die Insel Tuktotook.

Am Ende des von uns betretenen Gebietes erhebt sich die Insel Nunarsoit, welche vielfach zerschlitzt den Gebirgstock des höchst malerischen, aber sehr unzugänglichen Malenefjeldes bildet.

Zwischen diesen grossen Inseln findet sich ein wahres Labyrinth kleiner Inselgruppen, welche zum Theil weit vorgeschobene Fjordeninseln sind, zum Theil ähnlich wie die grossen Inseln Annexe des Festlandes bilden, die nur durch schmale Wasserstrassen von den grossen Inseln oder jenen getrennt sind.

Diese kleineren zahlreichen Inseln sind niedrig, klippig und felsig, und mit sparsamer, höchst eintöniger Vegetation bedeckt, gleichwohl aber doch häufiger bewohnt als die grossen Inseln, welche kaum eine passende Stelle zur Ansiedlung gewähren. Die weiter vom Lande abliegenden Klippen bilden sodann die sogenannten Ausseninseln; ganz kahle Felsen, welche von den Eingebornen im Sommer besucht werden, um hier Jagd und Fischerei zu treiben (Kitisut-Inseln zwischen Friederichsthal und Nennortalik). Unter den nahe dem Festlande, und vor dem Eingang der Fjorde gelegenen Inseln finden sich viele, welche ebenso wie die schon vom Lindenaufjord geschilderten durch ihre rundgeschliffene Form auffallen müssen, während die vielzerrissenen nackten Aussenklippen das letzte Verlaufen des grönländischen Continentes sind, und jenen eigenthümlichen, schon Eingangs erwähnten Klippenzaun bilden, welcher Grönland umgibt.

Hinsichtlich der Inselbildung weicht jedoch die Ostküste wesentlich von der westlichen darin ab, dass die Strecke zwischen den 60—61° n. B. an dergleichen verhältnissmässig arm ist. Ausser den oben beschriebenen Inseln an der Südspitze, welche allerdings noch mit zu Ostgrönland gerechnet werden können, finden sich nur noch die kleine Gruppe der Alluk-Inseln zwischen den Cap Hvidtfeldt und der Einfahrt in den Christianssund (60° 10 n. B.), welche in ihrer Ausdehnung mit den kleineren Inseln der Westseite zu vergleichen sind, zwei oder drei kleine Inseln im Lindenaufjord, und Illuidek (60° 50′),

zwischen diesen eine grössere Anzahl niedriger Klippen, welche längs der Küste in grösseren und geringeren Abständen vorkommen, und endlich an der Südspitze in dem öfter genannten Klippenzaun verlaufen. Diese Klippen sind vollkommen vegetationslos, die Felsen meistens sehr glatt, zuweilen deutliche Rundhöcker darstellend, zuweilen auch nur langgestreckte flache Klippenzüge bildend, theilweise mit gestrandeten Treibeisblöcken bedeckt.

Die Fortsetzung der Festlandsmasse in den Inseln zeigt sich auf dieser Seite zu wenigstens an der Insel Illuidlek, welche mit dem dahintergelegenen Lande durch einen langen, mehr oder weniger hoch hervortretenden Klippenzug bis fast ans Festland reicht.

Dem Charakter des Gebirgslandes entsprechend ist auch das Süsswasser auf der Südspitze von Grönland vertheilt. Eigentliche Ströme gibt es nirgends, die gefrornen Arme des Binneneises natürlich ausgenommen; auf den verhältnissmässig schmalen zugänglichen Landstreifen finden sich nur Seen und Bäche.

Erstere wie ein kleiner in der Badebucht, dann der See von Julianehaab und im Thale Kingoa zwischen dem Tessermint und Iloafjord, haben ganz das Gepräge alpiner Bildungen. Zwischen steil aufsteigende Felsen eingeengt, sind sie von der einen Seite nach der Küste zu durch einen niedrigen abgerundeten Klippendamm abgeschlossen, zwischen welchem durch ein Bach von kurzem Lauf oder ein Wasserfall die überschüssigen Wasser ins Meer führt. Ähnliche Seen befinden sich am Ende des linken Armes des Lichtenaufjordes, wo deren zwei, hinter einander gelegen, durch ihr Abflusswasser einen prachtvollen Wasserfall bilden. Auch im linken Arme des Igalliko sind zwei kleine Seebecken neben einander eingesenkt. Die Seebecken haben nirgends eine grosse Ausdehnung, die grössten 1—2 Meilen, die meisten jedoch darunter. Der Landsee von Julianehaab erstreckt sich eine Meile landeinwärts. An seinem Ende gelangt man über einige niedrige Klippen in den Kangerdluarsukfjord.

Die beiden Seen, der in der Badebucht, und der im Kingoathale, erhalten ihr Wasser durch Gletscherbäche, es ist daher milchig und trübe, der See von Julianehaab hat dagegen klares

Wasser, welches sich von den umliegenden schneefreien Höhen sammelt. Durch die Anhäufung von Gletscherschlick und Geschieben sind daher die ersteren Seebecken im Laufe der Zeit schon sehr eingeengt worden. Der See in der Badebucht hatte offenbar früher eine grössere Ausdehnung als jetzt. Da die ganze Terrasse, welche die Bucht abschliesst, hinter dem Klippendamm ein Seebecken darstellt, welches jedoch schon zum grössten Theil verschüttet und oben vermoort ist. Ähnlich verhält es sich mit dem Kingoa-See, welcher früher weit mehr an den Tessermiutfjord gereicht haben mag.

Auch der See von Julianehaab zeigt an seinem südwestlichen Ende deutliche Vermoorung, welche ihn schon etwas von seinem ursprünglichen Ufer zurückgedrängt hat, was jedoch gewiss sehr langsam geschieht, da die climatischen Verhältnisse nicht mehr günstig genug sind.

Auf einzelnen Inseln, wie z. B. auf Kinkigtok, finden sich grössere flache Wassertümpeln, welche, wie unsere einheimischen Himmelsteiche, ihr Wasser den atmosphärischen Niederschlägen und dem Schmelzwasser des Schnees verdanken.

Die Bäche, welche das Land besitzt, sind theils Giess- und Staubbäche, welche temporär ins Leben treten und zur Zeit der Schneeschmelze und des Sommers am thätigsten sind. Sie finden sich allerorts in den Fjorden, und zeigen gar keine Verschiedenheiten von jenen, welche in den Alpen die Scenerie beleben. Theils sind es Gletscherbäche und Abflüsse von Seen. Die Gletscherbäche entspringen sowohl von dem Binneneis, dort, wo es so weit zurückgetreten ist, dass es das Wasser des Fjordes nicht mehr unmittelbar erreicht, wie im nordwestlichen Seitenarm des Kingoathales, und des Lichtenaufjordes, oder es entspringt localen Gletschern, welche nicht bis ins Meer reichen. Auch sie sind vollkommen den alpinen gleich. Ihr mit glacialem Detritus geschwängertes Wasser ist milchweiss, und theilt dem Meere diese Farbe auf einen grossen Umkreis an der Mündung mit. Die übrigen Süsswasserbäche sind kaum erwähnenswerth. Sie sind, wie schon bemerkt, zumeist Ausflüsse kleiner Seen, und stürzen nach kurzem Lauf ins Meer. Den längsten Lauf hat unter ihnen wohl der kleine Königsbach bei Friedrichsthal, welcher sein Wasser aus ein paar kleinen

hoch gelegenen Seen erhält, und vielleicht eine Meile Wegs sich seines Daseins freut.

Ziemlich reich ist übrigens Süd-Grönland an Süsswasserquellen, wozu die feuchte Atmosphäre und die häufigen Niederschläge beitragen. Für die Quellenbildung sind namentlich Thalspalten günstig, welche mit Schutt ausgefüllt, unter diesem das Wasser sammeln, und solche Schuttmassen finden sich selbst auf kleinen Inseln. Versumpfte Stellen deuten sofort das Vorhandensein der Quelle an.

Thermen besitzt Süd-Grönland nach meinem Wissen zwei. Es sind dies die warmen Quellen auf der Insel Unortok im Unortokfjord (60° 28 n. B. 45° 30 w. L. v. G.), und die Quelle in der Mission Lichtenau, welche eine constante Temperatur von 6° C. — nach Angabe der deutschen Missionäre besitzt — und demnach die mittlere Jahrestemperatur von +0·5 Grad R. weit übertrifft. — Über erstere werde ich am geeigneten Platze das Nähere berichten.

2.

Bemerkungen über die Gletscher in Süd-Grönland.

Wir besitzen über die Eisvertheilung in Grönland eine sehr vollständige Übersicht, welche wir der Umsicht H. Rink's verdanken, der jedenfalls auch Gelegenheit hatte, jene merkwürdigen Verhältnisse in weit eingehenderer Weise kennen zu lernen, als es mir bei meinem durch so viele ungünstige Umstände beeinflussten Aufenthalte möglich war[1]. Wenn ich gleichwohl einige Bemerkungen hinzufüge, so ist dieses durch die gemachte Erfahrung bedingt, welche mich Rink's Mittheilungen etwas erweitern lässt, da ich doch einige Stellen betrat, welche jener Forscher nicht zu Gesichte bekam.

Unter den Gletschern in Grönland muss man zweierlei unterscheiden. Erstens solche, welche kein eigenes Firnfeld

[1] H. Rink. Grönland. II. Bd. Wissenschaftl. Beilage 9. Om Landisens Udbredelse og de vömmende Isberges Oprindelse. H. Rink Om Vandets Aflöb fra det indre af Grönland ved Kilder under Isen. Naturhistorisk Tidsskrift 3 R. 1 B.

besitzen und mit der Centraleismasse in Verbindung stehen, und zweitens solche, welche ihren Ursprung aus einem eigenen Firnfelde nehmen. Die ersteren verhalten sich also zu der Centraleismasse nur wie Arme eines mächtigen Centralgletschers, welcher ganz Grönland erfüllt, der Kürze wegen darf ich wohl den Namen Binnengletscher für sie in Anwendung bringen. Die letzteren werde ich nach einem Vorgehen der norwegischen Gletscherforscher mit dem Namen Lokalgletscher belegen.

Die merkwürdige Erscheinung, welche der grönländische Continent dadurch darbietet, dass das Innere desselben von einer gleichförmigen Masse von Eis bedeckt ist, welche nur an gewissen Stellen auf beiden Seiten der Küste ihre Ausflüsse ins Meer sendet, welche sich in ihrer Wesenheit wie die Gletscher der Alpen verhalten, ist bis jetzt noch nicht genau untersucht worden, da alle Versuche, welche von Kilsen, Whimper und neuestens von Nordenskjöld[1] unternommen wurden, über das Binneneis vorzudringen, an den sich entgegenstellenden Hindernissen scheiterten, in Folge dessen es auch nicht dargethan ist, ob die wiederholt ausgesprochene Meinung, Grönland sei eine Gruppe von Inseln, deren continentaler Zusammenhang nur durch das Binneneis hergestellt wird, Grund habe oder nicht. Das einzig Gewisse ist eben, dass man von allen Höhen des Ufers, welche einen Blick landeinwärts gestatten, im Inneren des Landes eine weisse zusammenhängende Eismasse bemerkt. Nur hie und da erheben sich einzelne Felsenzinnen wie Inseln aus derselben, und es ist schwer anzunehmen, dass sich zwischen dem Eise bewachsene Thalgründe finden sollen, was wohl nur in der Phantasie der Eingebornen seinen Ursprung hat[2]. Gleichwohl aber haben die oft beobachteten Einwanderungen von Renthieren auf der Westseite, die offenbar über Land von Osten kommen mussten, die Möglichkeit einer passirbaren Landstrecke im Inneren nahe gelegt, welche offenbar auch Pflanzenwuchs tragen musste, da die Thiere doch Nahrung bedurften, indem selbst die rascheste Wanderung einige Tage in Anspruch nehmen würde,

---

[1] Nordenskjöld. Redogörelse for en Expedition till Grönland ar 1870 p. 21. ff.

[2] Nordenskjöld a. a. O.

umsomehr bei Thieren, die bekanntlich nur langsam weiter ziehen.

Es ist nicht meine Absicht, hier noch mehr das hin und wieder erwägen zu wollen, da ich selbst das Binneneis nur von der Ferne sah.

Nur so viel will ich hier bemerken, dass es mir den Anschein hat, das Binneneis liege der Ostseite viel näher, indem dort die Eisverhältnisse bei weitem mehr entwickelt sind als auf der Westseite, und man das Eis selbst von niedrigen Punkten über die Berge hereinleuchten sieht.

H. Rink hat seinem zweiten Bande über Grönland eine kleine Abhandlung und ein Kärtchen beigegeben, aus welchen man die Vertheilung der Binnengletscher in West-Grönland erkennen kann. — Rink betrachtet sie als gefrorene Flüsse, welche die Stelle der wasserführenden in Grönland ersetzen, und die Bruchstücke, welche in Gestalt der Eisberge von ihnen in die See gelangen, würden ungefähr der jährlich angeführten Wassermenge entsprechen. Von den von Rink verzeichneten Binnengletschern der Westseite fallen nur die in unsere Betrachtung, welche wir an der Südspitze von Grönland kennen lernten. Der grösste derselben ist der Serminalik und Jmmartinek, welcher auf 61° etwas südlicher und nördlicher in mehreren Armen im sogenannten Sermelik Isfjord in das Meer austritt (Sermelik heisst bei den Eingeborenen überhaupt ein Binnengletscher). Es gehören sodann hierher einige andere einzelne Mündungen in den Fjorden. Im südlichen Arme des Igalliko, im Sermelik (60° 42 n. B.) zwischen Nennortalik und Lichtenau, im Tessermiut, und Iloafjord. Von ihnen liefert nur der zuerst genannte grössere Eisberge, während die letzteren kaum nennenswerthe Blöcke im Vergleiche mit anderen absondern.

Nach den Verhältnissen des Treibeises, meint Rink, hat es den Anschein, als ob die Ostküste wenigere Eisberge ausführen sollte als die Westseite. Im Gegentheil habe ich gesehen, dass hier bedeutend grössere Eisberge und Gletscher sind, als auf derselben Erstreckung im Westen. Von den Verhältnissen jenseits des 61° 2 will ich nur erwähnen, dass mit den Breiten auch die Gletscher und Eisberge an Grösse und Zahl zunehmen. Es ist jedoch richtig, was Rink bemerkt, nur eine

bescheidene Anzahl und schon sehr verkleinert passiren Cap Farewell. Da die colossalen Eismassen zu ihrer Bewegung offenbar eine ganz besonders kräftige Strömung bedürfen, so ist die Ortsbewegung nur eine sehr langsame, und hieraus erklärt sich, wie es kommt, dass an besonders vorspringenden Capen, und im Eingange der Fjorde gewöhnlich ganze Flotten von Eisbergen liegen [1].

Sie alle warten das Eintreten der Springfluth ab, um durch den Stoss der Fluthwelle in Bewegung zu gerathen, und ihren Weg fortsetzen zu können. Bei unserer Schollenfahrt hatten wir Gelegenheit, oft genug die Beobachtung zu machen, dass es immer gewisser tiefer Strömungen bedurfte, um Eisberge in Bewegung zu setzen, aber auch, dass dieselben nicht im Stande waren, uns zu folgen. Zwischen Ende Februar bis 14. März hatten wir ein einziges Mal einen Eisberg bei uns, der von kleinerem Umfang war als die übrigen und der für diese Zeit unser Begleiter war, bald vor uns, bald hinter uns trieb, und dem wir deshalb den Namen „Pfadfinder" gegeben hatten. Auch er verlies uns, als wir um diese Zeit durch eine kräftigere Strömung erfasst rascher vom Orte kamen.

Während dieser langen Reise mit der Strömung wirkt aber die Thauung sehr bedeutend, daher durch das Bersten in Folge des Nachtfrostes das Volumen des Eisberges sehr beeinträchtiget wird, und endlich bei der Jahre dauernden Wanderung um Cap Farewell nur kleine unansehnliche Eismassen nach West-Grönland gelangen.

Dasselbe gilt auch hinsichtlich der Eisberge an Ort und Stelle selbst; obwohl im allgemeinen grösser als auf der Südseite im Westen, sind sie doch unvergleichlich kleiner als jene, welche in höheren Breiten von den Gletschern brechen.

Ohne auf zahlreiche kleinere Gletscher greifen zu wollen, will ich nur aus meiner Erfahrung die grösseren hier aufzählen.

---

[1] W. A. Graah Unbersögelse Reise til Ostkysten af Grönland 1832. p. 96. Dieselbe Beobachtung machte auch Graah, er vergleicht die Eisberge des Kohlberger Haide-Gletschers mit jenen, welche in der Davidstrasse auf der Höhe von Omenak vorkommen, und berechnet einen solchen auf 900 Million Kubikfuss Inhalt, gleich 200mal so gross als das Christiansburger Schloss!

So schiebt westlich von der Insel Illuidlek ein grosser Gletscher sein Eis in das Meer, und nimmt die ganze nördliche Lehne des Kankerdlukfjordes ein[1]. Alle grösseren Einbuchtungen zwischen dem südlichen Cap des Kankerdluk und Cap Valloë zeigen das niedersteigende Binneneis, so die ganz vergletscherte Patursokbai und einige unbenannte kleinere Fjorde westlich von den Kutek-Inseln, welche durch die gewaltigen Eisströme des Inneren sehr malerisch aussehen. Auch das Innere des grossen Lindenaufjordes zeigt einen grossen Binnengletscher, doch scheint wohl der Puisortoarakgletscher, welcher fast die ganze Länge der Küste zwischen Hvidtfeldt und der Einfahrt in den Christianssund einnimmt, der grösste und auch südlichste Binnengletscher zu sein. Etwas auffallend ist mir die Symmetrie der Lage der Gletscher auf Ost- und West-Grönland. Dem grossen Kankerdlukgletscher, 60°55′ n. B., entspricht der Isblink Serminalik 60° 57′ n. B. — Den grossen Gletschern des Lindenaufjordes 60° 30′ entsprechen im Westen die Gletscher des Tessermiut und Sermelikfjordes auf der gleichen Breite. Während aber im Osten die Gletscher weit grösser sind als im Westen, ist ihre Zahl auch weiter gegen Norden bedeutend beträchtlicher; Rink's Karte zeigt die nicht uninteressante Thatsache, dass die Binnengletscher auf der Westseite zwischen dem 63—69° n. B. ganz fehlen. Auf dieser Strecke im Osten hingegen finden sich ganz gewaltige Gletscher, durch welche ganze Strecken der Küste vollkommen unnahbar und vereist sind.

Da die Binnengletscher unmittelbar ins Meer münden, fehlt ihnen auch die Stirnmoräne gänzlich. Das Schmelzwasser, welches sich unter dem Eise sammelt, ergiesst sich unmittelbar ins Meer, und färbt dessen Wasser milchig. Die Färbung reicht namentlich bei grossen Gletschern ziemlich weit; es wird nicht zu viel angegeben sein, wenn ich die Breite des Seewasserstreifens, welcher von dem grossen Jisblink bis Frederikshaab gefärbt wird, auf 3 Seemeilen angebe. Zur Zeit der Ebbe kann man selbst noch weiter von der Küste im klaren Wasser Nebel

---

[1] Graah (a. a. O. 75), welcher sich auf Sermenua aufhielt, fand dort vier grosse Gletscher, welche sich oben vereinigten und ins Binneneis verliefen.

ziehen sehen, welche Gletscherwässern ihr Dasein verdanken. Die kleinen Kutekinseln, welche wir berührten, und die weit ausserhalb der Gletscher liegen, waren unter dem Wasser in circa 6′ Tiefe mit Gletscherschlick bedeckt, den unsere Leute am Bootshaken heraufbrachten.

Die Eigenthümlichkeit der Binnengletscher besteht darin, dass sie durch Abbrechen an der Stirn die Eisberge liefern. Nordenskiöld hat während seines Aufenthaltes in Nord-Grönland 1870 hierüber interessante Beobachtungen gemacht [1]. Er bemerkt, dass man von geologischem Standpunkt unrecht thut, den jetzigen Zustand Grönlands mit der Schweiz zu vergleichen zur Zeit der Glacialepoche, da sich das Binneneisgrönland zu den Binnengletschern wie ein See zu seinen Ausflüssen verhalte, während die Schweiz eigentlich nur mit Gletscherflüssen bedeckt war. Daher also auch der Unterschied, dass die Findlingsblöcke und Moränen, selbst wo deren vorhanden sind, nur spärlich auftreten, indem das Binneneis nur sehr selten einen Gesteinblock ausführt, und an der Stirn, wenn sich ja an einer Stelle, wo es das Meer nicht erreicht, ein kleiner Erdwall zeigt, dieser sofort wieder verschwindet, wenn der Gletscher wächst. Zugleich hat er auf das Abstossen des Eises seine Aufmerksamkeit gelenkt, und gefunden, dass eigentliche Eisberge nur von solchen Gletschern in das Meer gelangen, welche eine Neigung von über 35° gegen die See haben; während die Gletscher, welche auf einem flacheren Bett sich ins Meer schieben, nur grosse Stücke von oben abwerfen, und keine wirklichen Eisberge bilden.

Zu dieser Beobachtung möchte ich noch eine andere fügen, welche Nordenskjöld vielleicht nicht zu machen Gelegenheit hatte. Es gibt auf der Ostküste von Grönland gewisse grosse Gletscher, welche den sehr bezeichnenden Namen „Puisurtok“ haben. Dieses grönländische Wort bedeutet Stellen, „wo das Eis aus der Tiefe bricht“, also wo ein Gletscher unter dem Seespiegel sein Eis noch fortschiebt, und wo es dann abgebrochen an die Oberfläche als Eisberg gelangt. Die Gletscher, welche von Graah unter diesem Namen eingezeichnet erscheinen, sind alle

[1] Nordenskjöld a. a. O. p. 38. ff.

durch sehr grosse Breite und sehr flaches Gefälle ausgezeichnet[1]. Zugleich finden sich in deren Nähe Eisberge, wie sie in West-Grönland nicht vorkommen. Keilförmig oder rundum steilrandig, waren sie oben zugerundet und kuppelartig, oder domförmig gewölbt, sehr fest gefügt, und ragten an 170—200′ nach genauer Messung über den Wasserspiegel, im Umfange entsprechend gross. Dergleichen Eisberge unterscheiden sich wesentlich von den vielfach zerrissenen, vielzinnigen und zackigen, welche von steil abstürzenden Gletschern geliefert werden, ebenso von jenen, welche am Rande ober dem Wasser von flachen Gletschern abbrechen, wohl aber zeigt die glatte, abgewaschene Oberseite, dass das Eis unter dem Wasser gelegen haben müsse. Ich glaube, dass jene gewaltigen Gletscher, welche Eisberge herausschieben, die von der Sohle gemessen 600—800 Fuss Höhe haben, wenn sie 100—200 Fuss über das Wasser reichen sollen, nicht auf gleiche Weise entstanden sind, wie die Kalben, welche von einem 100—200′ mächtigen Eisrande abbrechen, sondern dass sich Gletscher, welche die grossen Eisberge liefern, ganz den Charakter der grossen Gletscher bewahrt haben, welche Norwegen zur Glacialzeit bedeckten, und dass sie nach ihren gewaltigen Dimensionen nothgedrungen bei sehr flacher Lage unter dem Seespiegel hinschieben müssen.

Übrigens zeigen diese Erscheinungen nicht allein die Puisortokgletscher, sondern sie wird auch bei anderen wahrgenommen, selbst auch in West-Grönland. Wie mir Capitän **Bang** von der Constance mittheilte, schwebte die nordamerikanische Expedition, welche 1868 Dr. **Heyes** nach West-Grönland leitete, beim Serminalikgletscher in grosser Gefahr, das Schiff zu verlieren, da sie kaum unter Dampf gegangen waren, als an der Stelle, wo sie vorher lagen, das Eis tumultuarisch aus der Tiefe brach.

[1] **Graah** a. a. O. p. 85. beschreibt die Passage der sehr gefürchteten Puisortok auf 61° 55° NB. sehr genau. Er bemerkt, dass das Eis 100 Faden lothrecht aufsteige und unter einem Winkel von 30—40° aufsteigend sich im Binneneis verliere. Die Tiefe vor dem Gletscher fand er nur [illegible]ferne, als er mit 20 Faden **keinen** Grund erreichte. Ein anderer auf 64° 75 NB. gelegener Puisortok (a. a. O. p. 100) gleicht dem früheren.

Diese dritte Art des Entstehens der Eisberge wollte ich noch ebenfalls bemerkt wissen, da sie von dem schwedischen gelehrten Forscher nicht angeführt wird.

Über die Bewegung des Binneneises habe ich keine Beobachtungen gemacht, hinsichtlich des Vor- oder Rückwärtsschreitens desselben will ich hier die Mittheilungen des verstorbenen Kaufmannes Motzfeld anführen, welcher, in Grönland geboren, den Continent auf der Westküste sehr genau kannte, der mir sagte, das Eis des Serminalikgletschers sei in den letzten fünfzig Jahren gewachsen, da er sich erinnern könne, dass in seiner Jugend vor dem Gletscher, den er selbst wiederholt zu ersteigen versucht hatte, einige Inseln lagen, die nun vom Eise überdeckt sind. Es wollte uns auch in Ostgrönland das Ansehen gewinnen, als ob das Gletschereis seit dem Besuche des Capt. Graah auf dieser Küste beträchtlich zugenommen haben müsste[1].

Hinsichtlich jener Gletscher, welche ich mit dem Namen „locale Gletscher“ belegte, besteht zunächst der Unterschied, dass jeder sein eigenes Firnfeld besitzt, oder aber mehrere aus einem gemeinsamen entspringen. Da die Gebirge, welche über 3000 Fuss hoch sind, Gletscher führen, so kann man sagen, dass die grossen Inseln im Inneren ein gemeinsames Firnfeld ihrer Gletscher besitzen, abgesehen von vielen kleinen Gletschern, von denen man wirklich sagen kann, dass sie überall da sind, wo sie sich nur anbringen liessen.

Solche grosse zusammenhängende Gletschermassen beherbergt das König Christian's IV. Land, die hohen Inseln um Cap Farewell und die grosse Insel Sermersoak. Nicht minder, als bei den Binnengletschern muss auch hier die Thatsache festgestellt werden, dass die localen Gletscher auf der Ostseite an

---

[1] Nordenskjöld a. a. O. p. 43 ff. hat in Erfahrung gebracht, dass das Binneneis im Anleidsivikfjord im langsamen Vorschreiten begriffen sei. Dasselbe will man in der Umgegend von Omenak bemerkt haben. Nordenskjöld kömmt zur Ansicht, dass die Zunahme des Gletschereises in Grönland wohl an vielen Stellen gewiss sei, dennoch aber eine gänzliche Vereisung des Landes hiedurch nicht bedingt sei, da sich an eben so vielen Stellen ein Rückzug des Eises bemerken lasse, wie die geriffte und polirte Grenze vor dem Binneneis anderwärts beweise.

Umfang und Grösse jene im Westen bei weitem übertreffen. Dies vielzinnige Küstengebirge nordwestlich von Illiudlek ist ganz und gar mit localen Gletschern behangen. Nicht minder die Berge südlich von Kankerdlukfjord, von welchen die Gletscher prachtvoll in terrassenförmigen Absätzen noch bis ins Meer herabsteigen. West-Grönland besitzt auf dieser Breite keinen einzigen localen Gletscher mehr, welcher so tief herabreichte. Auch in den Fjorden bis herab zum Lindenowfjord zeigte sich, dass die Gletscher, welche von den Seitenflügeln desselben kamen, demnach anderen Ursprunges waren, wie der mittlere Binnengletscher, und von diesem auch durch stärkere Neigung verschieden, bis herab in das Meer reichten. Südlicher hörte dies jedoch auf. Ich kann zwar nicht angeben, ob die gewaltige Eismasse, welche das König Christian IV. Land an seiner südöstlichen Spitze erkennen lässt, bis herab ins Meer reicht, da das vorliegende Land dies verhinderte, jedoch hatten die Gletscher im Zufluchtsfjord, in der Badebucht u. a. ihre regelmässigen Bäche, ja es zeigten die des ersteren sehr deutlich die Stirnmoränen entwickelt. Von der Nordseite der Insel Kangarsoak (60° n. B. 44° 10′ w. L. v. Green.), welche wir auf der Fahrt durch die grosse Iloastrasse passirten, schiebt sich ein Gletscher herunter, dessen Eis etwa bis hundert Fuss über das Meer reicht. Ein grosser Erdwall umgibt denselben als Stirnmoräne, gleichwohl bemerkt man keinen Gletscherbach, wohl aber lassen die Eindrücke auf dem Wall erkennen, dass die unterhalb im Wasser schwimmenden Eisblöcke darüber herabgerollt seien, wie auch der weitvorgeschobene Gletscherabschwung bethätiget. In dieser Nähe des Meeres scheint also eine Abthauung nicht mehr möglich zu sein, vielleicht auch dass in der breiten Strasse die reflectirte Wärme nicht mehr so wirkt, wie in den schmäleren Fjorden, oder dass die von dem beträchtlichen Firnfelde niedersteigende grössere Eismasse in keinem Verhältnisse mit der Abthauung steht.

Auf der westlichen Seite der Südspitze von Grönland treten sie noch bei weitem mehr zurück; selbst die beträchtlichen Gletscher, welche die Insel Sermersoak beherbergt, langen an keiner Stelle bis herunter ins Meer, sondern entsenden Gletscherbäche nach mehreren Seiten.

Über die Beschaffenheit des Gletschereises und dessen Unterschied vom Seeeis hat Scoresby sehr eingehende Mittheilungen gemacht, welche er als Anhang seinem Tagebuche beifügte[1]. Ich will nur eine allerdings weniger wesentliche Bemerkung beifügen, welche dort nicht erwähnt ist.

Das Gletschereis sieht, wie Scoresby bemerkt, im Wasser schwarz aus, ist ungemein klar und enthält viele kleine runde Hohlräume. Es ist eigenthümlich, dass Eisberge oft zu lauter kleinen sehr scharfkantigen faustgrossen Stücken zerrollen, womit denn das Meer weit hin wie geschottert erscheint. Letztere nun verursachen, da sie weiter abthauen, ein eigenthümliches knicksendes Geräusch. Dies rührt offenbar von der Explosion her, welche die in den Blasenräumen eingeschlossenen Dämpfe verursachen, welche durch die höhere Temperatur des Wassers noch mehr gespannt endlich die immer dünner werdende Blasenwand durchbrechen und das gedachte Geräusch hiebei erregen, ähnlich wie das bekannte Knistersalz von Wieliczka, wenn es sich in Wasser löst. Dieses Knistern hat das schmelzende Seeeis niemals, und es ist also für das Gletschereis charakteristisch, weshalb es erwähnt werden mochte.

3.

Spuren der Eiszeit in Süd-Grönland.

Es ist mir bis jetzt nicht bekannt geworden, dass ein anderer Beobachter als Prof. Nordenskjöld irgend welche Bemerkungen über die Spuren der Eiszeit in Grönland mitgetheilt hätte. Gewöhnlich wird Grönland ganz und gar als noch unter der Einwirkung jener Epoche stehend betrachtet; und in der That hat dies gewiss einigen Grund, da alle Verhältnisse dort gewiss jenen ähnlich sind, wie sie zur Eiszeit weiter südlich herrschten, ja wer die mit Gletschern so reich gesegnete Ostseite des Continentes gesehen hat, der kann wohl sagen, dass er ein getreues Bild

---

[1] William Scoresby d. j. Tagebuch einer Reise auf den Walfischfang, übers. v. Kries 1825, p. 403 ff.

jener merkwürdigen Zeit in natura vor sich sah. Kaum anders konnte Scandinavien damals ausgesehen haben, als die grönländische Ostküste zwischen dem 63—64° n. B., wo das Land fast einzig vom Kohlberger Haide-Gletscher und dem Puisortok bedeckt wird, und bedenkt man, dass die Eisberge, welche diese Gletscher absetzen, bei einer Höhe von 170—200′ über dem Seespiegel 8mal so tief unter denselben reichen, so übersteigt es wahrlich unser Vorstellungsvermögen, uns eine Thalspalte zu denken, welche auf 1000 Fuss Höhe mit Eis erfüllt ist; Thatsachen, welche die Ostküste von Grönland an vielen Orten vor die Augen führt. Aber selbst die Vegetation und das Thierleben hat noch einen Anstrich von der Eiszeit an sich — wohl auch der Mensch.

Ich konnte mich nie der Ansicht erwehren, wenn ich jene gewaltigen Abfallhaufen, welche die Wohnstätten der Grönländer kennzeichnen, mit den dänischen Kjöggenmöddingern in Vergleich zog, dass jene aus thierischen Resten aller Art gebildeten Haufen nach und nach den Charakter dieser annehmen müssten; ja selbst das Vorkommen derselben hart am Strande entspricht ihnen. Aber auch die Form eines ihrer wichtigsten Geräthe möchte recht auffallend sein. Die Angelsteine, welche die Grönländer benützen, sind flacheiförmig und ähneln im Ganzen entschieden jenen Feuersteinen, welche Sir Charles Lyell[1] aus dem Sande der Somme und aus deren Flussanschwemmungen abbildet und gleichfalls als Angelsteine der Einwohner erklärt. Vielleicht wurde er auf die Erklärung durch den Anblick einer grönländischen Angel gebracht. Gewiss haben aber ausserdem aufmerksame Beobachter noch manchen anderen Grund, hier Vergleiche anzustellen, ganz besonders bei der Mittheilung, welche Nordenskjöld über die Funde auf Disko[2] machte, und wenn ich auch weit entfernt bin, etwa den Schluss ziehen zu wollen, die heutigen Bewohner des Nordens seien etwa die Überbleibsel einer ehemals u. z. am Schlusse der Glacialepoche weit über die nörd-

---

[1] Charles Lyell, das Alter des Menschengeschlechts, übers. von Büchner, p. 75 ff.

[2] Dessen interessante Funde und Beobachtungen, siehe oben a. a. O. p. 53 ff. Weitere umfangreiche Arbeiten stehen in Aussicht.

liche Halbkugel verbreitet gewesener Völkerschaft, wozu mir jedwede Berechtigung abgeht; so wollte ich doch auf den auffälligen Umstand hinweisen, wie in Grönland merkwürdigerweise Verhältnisse auftreten, welche in unseren Breiten zu einer Zeit statthatten, als es etwa ebenso, wie im heutigen Grönland hier selbst aussah.

Ist es nun aber der Fall, dass man von Ostgrönland sagen kann, es befinde sich jetzt noch im Zustande der Glacialzeit, während der Westen etwa den nach dem Aufhören derselben darstellt; so sind doch allenthalben Merkzeichen vorhanden, dass es eine Zeit gab, in welcher die Eisverhältnisse auf beiden Küstenerstreckungen viel grossartiger waren.

Die Ähnlichkeit zwischen Grönland und Skandinavien in Lage und Gestalt ist allgemein bekannt, weniger hervorgehoben wurde der Umstand, dass auch das Relief beider ganz besonders ähnlich ist, insoweit nämlich dasselbe eben vergleichbar ist. Davon habe ich auf meiner jüngsten Reise die Überzeugung sattsam gewonnen.

Zwar muss man das vergleichende Augenmerk auf Norwegen als auf das Gebirgsland vorzugsweise richten, aber selbst Schweden bietet an der Küste der Ähnlichkeiten viele dar.

Wer einmal die Inseln um Grönland gesehen hat, der erkennt ihre Form trotz der Bewaldung in den schwedischen Inseln in der Gegend von Stockholm sofort wieder. Noch grossartiger und wahrhaft überraschend ist die Analogie, welche sich in Norwegen darbietet. Die Westküste des Landes wird gerade so von unzähligen rundkuppigen und meist öden Klippen umgeben, wie Grönland, die Felswände der Fjorde steigen meist ebenso steil nieder, dass nur die mühsamste Weganlage stellenweise eine Verbindung zu Lande herstellte, und die Inseln in den Fjorden sind jenen von Grönland gleichfalls entsprechend. Nun fehlen uns hier freilich die vielen Seen und Flüsse, welche wir in Norwegen antreffen, aber wir können je nur einen schmalen Küstenstrich beiderseits in Vergleich ziehen. Um aber ein täuschendes Bild von Grönland in Norwegen zu finden, braucht man sich nur auf das norwegische Hochgebirge zu erheben, d. i. auf 61° n. Br. etwa 3000 Fuss über dem Meere. Die Landschaft,

welche sich hier ausbreitet, gleicht auf das überraschendste der grönländischen auf derselben Breite.

Auf den Höhen des Fillefjeldes in der Umgebung des Tyensee's (3500′) war ich erstaunt, mich von einer Scenerie umgeben zu sehen, die ich in Süd-Grönland wochenlang vor Augen hatte, nur mit dem Unterschiede, dass dort das Meer in unmittelbarer Nähe war. Dieselben gerundeten Felsformen, überzogen mit Moosen und Flechten, und dieselben Pflanzen, welche ich in Grönland gesammelt hatte! Selbst das sich auf diesem Plateau aufbauende Hochfjeld der Horungtinder u. s. w. hatte mit den Gebirgen Grönlands eine grosse Ähnlichkeit. So kann man sagen, dass die 3000 Fuss der Erhebung über dem Meere der Einwirkung des Golfstromes entsprechen; würde dieser seinen Einfluss vermindern, so würde diese baumlose Zone weiter und weiter hinabsteigen, und vor den sich weiter ausbreitenden Gletschern nach dem Meere hinabrücken, d. h. die skandinavische Halbinsel wird dergestalt mehr und mehr den heutigen Charakter von Grönland annehmen.

Würde anderseits Grönland den stetigen Einflüssen des wärmenden Stromes ausgesetzt werden, so würden bald mit dem Rückzuge des Eises jene charakteristischen Thäler mit halbkreisförmigem Durchschnitt blosgelegt werden, welche Norwegen kennzeichnen, ja wohl auch zahlreiche Seebecken, die heute noch unter dem Eise vergraben liegen, zum Vorschein kommen. Würde sich dazu der Continent heben anstatt zu sinken, so würden wir auf dem dem Meere entsteigenden Boden alle jene Bildungen sehen, welche in der postglacialen Zeit in Norwegen und Schweden entstanden sind.

So kann man wohl mit Sicherheit sagen, dass Grönland heutzutage wirklich jenen Charakter an sich trägt, den die skandinavische Halbinsel zur Zeit der Glacialepoche besass, und hätte ein Geologe der älteren Zeit aus eigener Anschauung die beiden Länder kennen gelernt, so würde ohne Umschweife erkannt worden sein, was die gestaltende Ursache der Oberfläche in Skandinavien gewesen sein müsse.

Die Glacialverhältnisse Skandinaviens kennen wir heute durch die eifrigen Forschungen von Keilhau, Forbes, Kjerulf, Erdmann, Helland u. a. m. besonders vollständig.

In Grönland können sie uns nur da entgegentreten, wo das Land frei vom Eise ist, also an der Küste, und wieder meist nur auf der Westseite. Inwieweit die in Skandinavien beobachteten Spuren der Glacialperiode auch hier nachweisbar sind, werde ich im Folgenden darzulegen suchen.

Freilich aber werden meine Mittheilungen auch hier den Stempel der Mangelhaftigkeit und Unvollständigkeit nicht entbehren, welchen ihnen die Ungunst der Lage, die mich in Grönland umgab, nothwendig aufdrücken muss.

Zu den in Skandinavien beobachteten Gletscherspuren gehören: Schliffflächen und Gletscherrisse, Rundhöcker, erratische Blöcke, Moränen, Seen und endlich Terrassenbildungen. Ich werde nun der Reihe nach aufführen, was ich in Süd-Grönland diesbezügliches beobachtete.

Prof. Nordenskjöld, dessen Beobachtungen sich auf die Umgebung von Disko und Jacobshaven beziehen, hat an mehreren Stellen hundert Fuss über der Meeresfläche Anhäufungen von Glacialthon gefunden[1] mit zahlreichen marinen Schalthierresten. Er schliesst hieraus, dass demnach das Meer um so viel habe höher stehen müssen. Er erkennt in den tief eingeschnittenen Fjorden und unzweifelhaften anderen Gletscherspuren auch in den Seen die Werke einstiger Thätigkeit des Eises[2]. Zugleich aber bemerkt er auch, dass jene charakteristischen unzweifelhaften Gletscherspuren, wie sie anderwärts häufiger vorkommen, Schliffflächen und Rutschlinien in Grönland wesentlich seltener sind, da sie sich nur dort erhalten können, wo sie durch Wasser oder Schutt von den Einwirkungen der Athmosphäre und der Vegetation geschützt sind; denn die Abwitterung sowohl als das Pflanzenleben, besonders die unscheinbaren Flechten zerstören überall, wo sie auftreten, die Glacialspur[3].

Schliffflächen, polirte Wände und Gletscherrisse sind in Süd-Grönland ebenso wenig wie in Nord-Grönland häufig zu beobachten. Es fehlt auch hier an Schutz gegen die Einwirkung der Atmosphäre und der zerstörenden Vegetation. Dennoch aber

---

[1] A. a. O. p. 46.
[2] A. a. O. p. 40.
[3] A. a. O. p. 37.

kann man mit Bestimmtheit behaupten, dass die oft wie künstlich bearbeiteten Granitmassen allerorts das Gepräge noch haben, dass ihrem jetzigen Zustand ein anderer voranging, in welchem sie viel glatter und ebener erhalten haben. Schöne glattpolirte Felsenwände zeigte stellenweise der Zufluchtsfjord, sie spiegelten förmlich und waren etwas concav, aber so steil, dass sie unersteiglich waren. Ähnlich zeigt auch der Friedrichsthaler-Fjord an dem Gehänge von Igikait verschiedene glatte Stellen. Deutliche Gletscherrisse aber treten zumeist hervor, wenn das Wasser in der Ebbe zurückweicht. Dann kommen an sehr vielen Stellen Felsenklippen zum Vorschein, welche genau jene Riefung zeigen, welche eine von Heim in der Vierteljahrschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich 16. Jahrgang mitgetheilte Abbildung geschliffner Klippen in Norwegen an der Küste von Friderikswärn veranschaulicht. Solche Klippen sah ich unter dem Ausguckberg bei Friedrichsthal, bei der Insel Kasorsok, im Hafen der Insel Kakgsimiut. Auch auf der Ostseite am Südcap der Patursok-Bucht, wo wir am 6.—7. Juni übernachteten, hatte ich dergleichen geriefte Felsen bemerkt, als sich das Wasser zurückzog. Eine Gletscherriefung auf dem Festlande habe ich auf der Thalsohle eines ehemaligen Gletscherbettes auf der Insel Kinkigtok bemerkt, während die Wände des Gletscherbettes vollständig abgewittert waren, und kaum merkbare Spuren einer ehemaligen Friction besassen.

Eine hierher gehörige, sehr auffallende Erscheinung zeigen gewisse Gesteinsgänge, welche die älteren Granite von Nord nach Süd durchsetzen. An manchen Stellen sieht man dieselben in unveränderter Mächtigkeit wie ein schwarzes Band auf der einen Seite des Fjordes herab, auf der gegenüberliegenden wieder hinansteigen. In dem von uns besuchten Zufluchtsfjorde auf König Christian IV Land habe ich diese Erscheinung mehreremale beobachtet. Ich halte dieselbe für einen sprechenden Beweis dafür, dass der Fjord der Thätigkeit des Eises sein Dasein verdankt, denn wenn dieser nicht in die Masse des Gesteines eingeschliffen worden wäre, könnte jenes auffällige Fortstreichen in gleicher Mächtigkeit nicht gut möglich sein.

Zahlreicher und entschieden ausgesprochener sind die Rundhöckerklippen. Keilhaus' Erklärung einer solchen Klippe kann

man oft vollkommen wörtlich diesbezüglichen grönländischen Verhältnisse anwenden. „Denkt man sich ein Ei", sagt Keilhaus, „mit dem spitzeren Ende gegen Norden gewendet und an seinem stumpferen Ende etwas geschlagen, etwas mehr als die Hälfte ins Wasser gesenkt, so hat man in dem Theil, der über dem Wasser liegt, ein genaues Bild der Scheeren" [1]. Dieser Form entsprechen im Allgemeinen alle Inseln Grönlands, welche sich innerhalb und vor einem Fjorde befinden.

Ich habe schon an einer anderen Stelle jener merkwürdigen eiförmigen und rundkuppigen Klippen erwähnt, welche sich zwischen dem Cap Hvidtfeldt und dem Prinz Christianssunde auf der Ostseite des Landes in grosser Anzahl finden. Dies sind die ausgesprochensten Rundhöckerklippen, wie sie, abgesehen von den rundgescheuerten Kalkklippen im Christianiafjord auch an der Südspitze von Norwegen bei Mandal und Cap Lindesnäs häufig zu sehen sind. Die anderen Inseln, welche in der Triftlinie

Fig. 1.



Rundhöckerklippen.

des Treibeises liegen, haben diese Form nicht. Man darf auch nicht vergessen, dass das Treibeis wohl schwer ist, aber doch nicht jenen Druck besitzt, welchen es haben müsste, um Felsen zu schleifen; wohl aber bleibt zu erinnern, dass an der Ostküste, jenen abgerundeten Klippen gegenüber, noch heute ein grosser Binnengletscher der Puisortok sein Eis dem Meere zuführt.

Wenn nun auch anderwärts diese ausgesprochene Rundhöckerform weniger hervortritt, so ist sie gleichwohl auch auf

---

[1] Amund Helland, Poggend. Ann. Phys. et Chem. 1872. B. 146 p. 539.

der Westküste zu beobachten. Rundhöckerklippen, denen von der Ostküste ganz ähnlich, liegen auch am Eingange des Friederichsthaler Fjordes.

Aber jene von Keilhaus hervorgehobene Eiform besitzen auch alle Inseln, welche innerhalb der Fjorde liegen, oftmals so flach, dass sie kaum bei tiefem Wasserstand aus dem Meere treten. Diese zeigen namentlich an den unter Wasser gelegenen Theilen deutliche Frictionsstreifen, welche sich in die Richtung des Fjordes legen.

Ich habe übrigens die Bemerkung gemacht, dass die Inseln in den Fjorden nach Aussen zu grösser werden und dass auch diese oftmals sehr ausgesprochen den Charakter der Rundhöckerklippen an sich tragen. Eine solche entschiedene Rundhöckerklippe ist die Insel im Lindenaufjorde. Auch die Insel Unortok im gleichnamigen Fjord, Akpaitzivik im Kakortokfjord und viele andere selbst grössere haben im Allgemeinen eine Rundhöckerform. Auch sie gleichen in ihren Formen den Inseln, welche man innerhalb und an der Mündung der skandinavischen Fjorde antrifft.

Entschieden gehören hierher alle jene Inseln, welche ich auch schon anderwärts erwähnte, auf welchen aus einem niedrigen welliggebogenen Lande eine domförmige Kuppe aufsteigt, die der Eingeborene vorzugsweise „Omenak“ nennt. Es sind dies dieselben Formen welche Forbes in Norwegen als roches moutonnées anführt, im Allgemeinen haben sie mehr oder weniger Ähnlichkeit mit den Inseln „Oextind“ und „Hestmand“[1]. Sie sind ausserdem in der Gegend von Bergen häufig vorhanden. So steigt der domförmige Berg auf der Nordseite der Insel Sedlevik aus solchem welligen Lande auf, ähnlich auch die grosse Omenaksinsel zwischen Lichtenau und Julianehaab.

Von diesen Inseln ist nur ein Schritt aufs Festland. Man findet auch hier Rundhöckerklippen und braucht sich nur den Fjord an der Stelle unter Wasser gesetzt zu denken, um zur vollen Übereinstimmung der Formen zu gelangen. Rundhöcker auf dem Lande finden sich nördlich von der Mission Friedrichsthal zur

---

[1] Forbes, Norwegen und seine Gletscher, deutsch v. Suchold p. 49 ff.

linken des Fjordes; sie sind mehr oder weniger überwachsen, und ragen als halbrunde Höcker aus dem Boden auf.

Eine schöne Rundhöckerklippe ist auch die Klippe, welche links bei der Mission Lichtenau liegt. Diese besitzt alle charakteristischen Eigenschaften einer solchen und zu ihr gesellen sich noch einige andere in der Nähe.

Höchst eigenthümlich verhält sich der hohe Akuliarisarsoak im Innern des Fjordes. Dieser hohe Berg steigt aus einem Unterlande auf, welches keinen Zweifel lässt, dass es es ein alter Gletscherboden ist, indem sich Rundhöcker an Rundhöcker legt.

Der Berg selbst erscheint bis zu einer gewissen Höhe, etwa auf 4000 Fuss, abgeschliffen und zugerundet, hier oben aber setzen sich scharfe Graten und Felsenspitzen auf.

Vergleicht man hiemit die Beobachtungen, welche Gümbel im Etschthale gemacht hat [1], so bleibt kein Zweifel darüber, dass man alle jene rundkuppigen Berge, welche einzeln in den Fjorden liegen und die alle viel niedriger sind als der Akuliarisarsoak, ihre Form dem Gletschereise verdanken, demnach nichts als colossale Rundhöckerklippen sind, über welche erst die Spitzen des Akuliarisarsoak emporreichen. — In der That glaube ich würde es nicht schwer fallen, alle jene rundkuppigen Berge, welche durch ihre Form so auffallen, in eine Reihe zu bringen, welche einerseits mit einer ganz flachen kleinen Rundhöckerklippe anfangen, anderseits mit dem Akuliarisarsoak enden würde. Dass das Eis wirklich bis hier oben gereicht habe, Verhältnisse wie sie ja in Norwegen auch erweislich sind, beweisen die Findlinge, welche man hier oben bemerkt; beweist aber vor allen der höchst auffallende Charakter des Akuliarisarsoak, der in dieser Art fast wie ein Massstab für einstige Verhältnisse in Grönland angesehen werden kann.

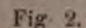
Vergleicht man die Beschreibung, welche Forbes [2] von der Gegend von Torghattan gibt, und hat man das Bild vor Augen, welches er am Eingange des Capitels mittheilt, so wird man unwillkürlich an jene rundkuppigen Berge erinnert, welche sich in

---

[1] C. W. Gümbel, Gletschererscheinungen aus der Eiszeit. Sitzb. k. bair. Akad. d. W. 1872. 2. B. p. 223 ff.

[2] Forbes, a. a. O. p. 44.

Grönland finden, ja geradezu denkt man an die Gegend von Julianehaab, deren rundkuppiger Storefjeld (1200′ hoch) ganz





Die Rundhöckerklippe und der Akuliarisarsoak bei Lichtenau.

merkwürdig sammt dem vorliegenden Lande jenem Bilde gleichen würde. Forbes fand den Charakter der Roches moutonnées in diesen Hügeln von Torghattan so ausgesprochen, dass er für den Boden wenigstens die Bildung durch Gletschereis annahm. Aus eigener Erfahrung kann ich nun hinzufügen, dass ich an vielen, vielen Punkten des Bergenstiftes dergleichen Rundkuppen gesehen habe, deren glacialer Ursprung ohne Zweifel ist.

Hält man aber Gümbel's Beobachtungen im Etschthale dagegen, welcher die Berge bis in einer Höhe von 4000′ ohne Unterschied der Massa zugerundet findet[1], so kann man dieses auch auf jene domförmigen Berge Grönlands ausdehnen; denn auch hier ist die Form keineswegs an das Gestein gebunden, ja es muss geradezu auffallen, wie diese einzelnen Berge in den Fjorden bis zu einer gewissen Höhe eine bestimmte Form haben, während sie aus demselben Gesteine bestehend, an den Lehnen des Fjordes zu scharfen Graten aufsteigen.

In dieser Hinsicht ist die Gestalt des Akuliarisarsoak eben sehr lehrreich, denn sie beweist, dass bis zu einer gewissen Höhe eine besondere Einwirkung auf die Felswände statt hatte, von

---

[1] Gümbel, a. a. O. p. 231.

welcher die darüberliegenden Partien frei blieben und dieses Wirkende war das Eis, daher der Akuliarisarsoak in dieser Art wie ein Massstab für die einstigen Eisverhältnisse in Grönland anzusehen ist.

Fasst man diesen Umstand ins Auge, so ist leicht zu erkennen, dass das Eis auch verhältnissmässig weit heraus gereicht haben müsse, dass also wirklich jene, selbst vom Ufer weit abliegenden Rundhöckerklippen sich auf die Wirkung jener colossalen Gletscher zurückführen lassen, und dass sonach während ihres Bestehens der ganze niedere Küstenstrich bis zu einer Höhe von circa 4000′, deren Beginn sich durch die oben bemerkte Felsform auszeichnet, unter Eis begraben lag.

Aus dieser Anschauung lässt es sich erklären und aus dem jetzigen Zustande des Binneneises erschliessen, warum Moränen und erratische Blöcke weniger häufig, als irgendwo anders in Grönland vorhanden sind. Da die alten Gletscher weit ins Meer reichten und das Land weithin bedeckten, musste das von ihnen ausgeführte Gestein unmittelbar ins Meer gelangen, man muss also analog wie in Skandinavien die alten Gesteinsbänke unter dem Meeresspiegel in entsprechender Entfernung vom Ufer suchen. Zudem habe ich schon Eingangs auf die auch von Nordenskjöld gemachte Erfahrung hingewiesen, dass das Binneneis verhältnissmässig wenig Gesteinsmateriale ausführe; ich muss aber hier noch auf einen schon vielfach bekannten Umstand aufmerksam machen, das ist nämlich, dass ja in Grönland das ebene Land in den Fjorden sehr sparsam ist, ferner dass schon von Pingel bekannt gemacht wurde, dass die grönländische Küste im Sinken sei, wir also Moränenbildungen innerhalb der Fjorde gleichfalls unter dem Wasser suchen müssen. Indessen fehlen aber dergleichen Gebilde nicht etwa durchaus.

Erratische Blöcke lagen auf den Felsen zerstreut, welche die Badebucht im Osten begrenzen; ebenso liegen sie auf dem Felsendamme, welcher das Seebecken abschliesst. Auf dem ebenen Lande von Friedrichsthal liegen an dem östlichen Gehänge gleichfalls verschiedene Wanderblöcke. Der grösste derselben, ein riesiger Granitblock, liegt auf mehreren kleineren so auf, dass hiedurch eine kleine Höhle entsteht, welche auf der vorderen Seite wie ein Schwalbennest zugebaut, den Eingebore-

nen als Winterkeller dient. Ein anderer grosser Block, welchen ich gerne näher untersucht hätte, aber in Folge sehr ungünstiger Verhältnisse nicht mehr aufsuchen konnte, liegt auf der Insel Igdlopait. Es war ziemlich Abend als mir die Missionäre diesen Block zeigten, der ihnen durch sein fremdartiges Wesen aufgefallen war. Es schien mir ein grauer Kalkstein zu sein, der sonst nirgend in Westgrönland vorkommt. Leider wurden wir den folgenden Tag nach Lichtenau abgerufen, ohne dass ich mich von der Natur des Blockes überzeugen konnte.

Besteigt man den Storefjeld bei Julianehaab und blickt landeinwärts, so sieht man die Berghöhen mit grossen geschobenen Blöcken belagert, man wird an das Brockenfeld im Harz erinnert, jedoch sind die hier liegenden Blöcke keine Erosionsformen, wie dort, sondern offenbar erst hieher getragen worden. Man hat in Norwegen erratische Blöcke bis in einer Höhe von 2000 Mtr. gefunden. Der Storefjeld ist nur 400 Mtr. hoch, demnach das Vorkommen in dieser Höhe kein besonders auffälliges.

Eine hieher gehörige Erscheinung will ich noch bemerken. Zwischen dem Igallikofjord und dem Tunudliorbik steht ein rother Sandstein an, welcher einzig und allein hier vorkommt. Es ist sehr auffällig, dass man Bruchstücke von diesem rothen Gestein schon im Lichtenaufjorde, ja in dem noch südlicheren Unortokfjorde am Ufer findet. Das Gestein muss also durch das Eis aus dem 12 Meilen tiefen Fjord herausgeführt worden und so nach Süden mit der Strömung gelangt sein. Es könnte dies auch durch Baieis erfolgt sein, aber ich habe selbst erfahren, dass der rothe Sandstein wenigstens in Igalliko 1000 Mtr. vom Ufer zu mindestens absteht, demnach wohl früher ausgeführt worden sein muss. Auf Pardlät bei Julianehaab fand ich einen Block prächtigen rothen Porphyr, wie ich ihn nur von Redekamp zwischen dem Igalliko und Tunudliorbik erhielt, der also auch durch das Eis hieher geführt worden war.

Gewiss wird diese wenigen sehr unvollständigen Bemerkungen jemand vervollständigen können, welcher einmal Grönland mit Musse und Zeit bereist; denn das Mitgetheilte ist gerade nur das, worauf ich beim Vorbeilaufen mit der Nase stiess.

Moränen von Binnengletschern sind mir nicht bekannt geworden, es sei denn, dass man als Rest einer solchen das sumpfige Land bezeichnen könnte, welches allerdings reich an Blöcken, jedoch ganz verwaschene rechte Thalgehänge vor der Mission Lichtenau etwa bezeichnen wollte. Vielleicht kann man hieher auch die vermoorte ebene Strecke rechnen, welche hinter der Colonie Frederikshaab sich ausdehnt.

Wirkliche Moränen-Wälle sah ich nur in der Badebucht, wo der Schuttwall hinter dem Klippendamme sich rundherum bis zu einer beträchtlichen Höhe ausbreitete, und auf der rechten Seite bis ins Meer heraus verfolgbar war. Ähnlich war auch der See von Julianehaab an seinem unteren Ende mit einem hohen Walle von Gerölle umzogen, das jedoch ganz mit Moos überwuchert war. Entschiedene alte Moränen aber besitzt das Kingoathal, und die Schlucht auf Sermensoak [1] nicht minder wie die Insel Nennortalik, welche der ganzen Ausdehnung nach mit einer solchen Menge von Gerölle aller Art bedeckt ist, dass man darin auch eine alte Moräne erkennen möchte.

Deutliche Moränen besassen auch einige kleine Gletscherbetten auf den Inseln. Das schon oben erwähnte Thal auf Kinkigtok besass beide Seitenmoränen wohl erhalten. Durch die Insel, Kakgsimiut verläuft gleichfalls eine tief eingerissene Thalspalte, welche gegenüber in einer engen Strasse fortsetzt. Diese ist ebenfalls mit Moränenschutt erfüllt, ähnlich fand ich es auch in einem Thale bei Frederikshaab und man kann es wohl an sehr vielen Stellen sehen, da ich ja nur ein sehr flüchtiger Beobachter sein konnte.

Eine weitere Bildung aus der Eiszeit sind die Seebecken, welche sich an vielen Stellen in Grönland finden. Die aushöhlende Wirkung des Gletschereises, deren Resultat die sogenannten Klippenbassins sind, ist sattsam in Europa, Amerika und Asien, selbst in Neuseeland nachgewiesen worden. Neuerlich hat Nordenskjöld in Nordgrönland selbst die Thätigkeit des Binneneises in dieser Richtung beobachtet [2].

---

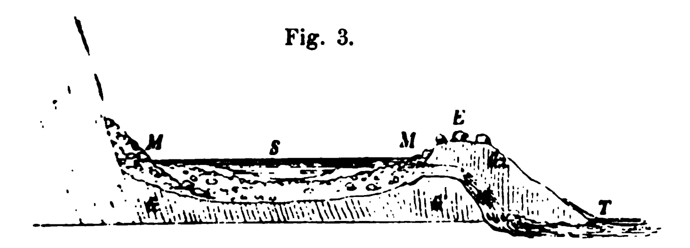
[1] H. Rink, Grönland II. Bd. theilt gute Bilder dieser Gletscherthäler mit den zahlreichen Irrblöcken und Moränen mit.

[2] Nordenskjöld, a. a. O. p. 37.

Als dergleichen Klippenbassins stellen sich alle Seebecken von Süd-Grönland dar, sie haben im Allgemeinen eine merkwürdige Ähnlichkeit, und gleichen in ihrer Gestalt auch den norwegischen Seen[1], nur sind sie weit kleiner, als diese und stehen wenigstens nach meiner Erfahrung nirgends mit einer Terasse oder Moräne in Verbindung.

Der Süsswassersee von Julianehaab ist ein eiförmiges Wasserbecken, welches von allen Seiten von hohen Bergen umgeben ist, nur gegen die Colonie zu wird es von einem niedrigen Klippendamme abgeschlossen, durch welchen sich ein kleiner Bach den Weg gebahnt hat. Das Seebecken liegt jetzt ziemlich tief und nicht hoch über dem Meere. Es ist an den Rändern etwas vermoort, und hohe Schuttwälle von Moos bedeckt, säumen es ein. Die Flechtenvegetation hat die Klippen stark überzogen, so dass man Frictionsstreifen nicht erkennen kann, gleichwohl aber entspricht die Form des Seebeckens ganz jener der norwegischen Eisseen. Noch unzweifelhafter ist dies der Fall bei dem kleinen See in der Badebucht, dessen Bett wohl durch

Fig. 3.



Durchschnitt durch die Badebucht. *G*. Granitgrundgebirge, *g' g*² Klippendamm. *S*. See. *W*. Wasserfall, *T*. Meeresspiegel, *E*. Erratische Blöcke. *M* Gletscherschutt.

den Gletscherbach, welcher es durchströmt, ganz verschüttet wurde. Genau so wie am Julianehaaber-See erhebt sich vor dem See, der ringsum von hohen Felswänden eingeschlossen ist, ein Klippendamm, welcher in der Mitte von einem mächtigen

[1] A. Helland, a. a. O. p. 545. Vergleiche auch den von mir gegebenen Durchschnitt mit einem solchen in Kjerulf Om Skuringsmärker. Glacialformationen og Terasser p. 64.

Wasserfall durchbrochen ist. Dieser Klippendamm steigt einerseits ganz sanft an, der Granit erscheint abgearbeitet wie mit einem Meisel, es war wohl die ganze Fläche polirt, allein durch die Länge der Zeit ist sie rauh geworden. Auf dem Klippendamm selbst liegen grössere und kleinere Findlingsblöcke. Dahinter liegt das Seebecken, welches von mehreren Gletscherbächen durchflossen wird, und durch deren Schutt ziemlich erfüllt ist, so dass nur ein kleines Wasserbecken noch vorhanden ist. Hier sind alle Bedingungen gegeben, welche den Beweis liefern, dass das Becken hinter dem Klippendamm durch Gletschereis ausgenagt wurde.

Dasselbe gilt vom See im Kingoa-Thale. Dieses selbst ist mit Moränenschutt erfüllt. Der See liegt ebenfalls in Bergwände eingekeilt und wird durch einen Gletscherbach gespeist, der vom Binneneis entspringt. Gegen den Fjord zu ist der See gleichfalls durch einen Klippendamm abgeschlossen, durch welchen sich sein Ausfuhrbach ziemlich reissend den Weg bahnt. Auch hier ist durch den Gletscherbach also ein gewisser Zusammenhang mit dem Binneneis hergestellt, und demnach wohl über die Urheber des Seebeckens kein Zweifel.

Ablagerungen von Glacialthon finden sich in Süd-Grönland und in Nord-Grönland an vielen Stellen. Da das Land keinen zum Baue europäischer Häuser dienenden Kalkstein besitzt, wird statt dessen von den Deutschen und Dänen der Gletscherschlick verwendet. Derselbe ist weisslichgrau von Farbe, fein anzufühlen, mehr oder weniger mit Gruss gemengt. Er gleicht dem norwegischen und schwedischen im Aussehen vollkommen.

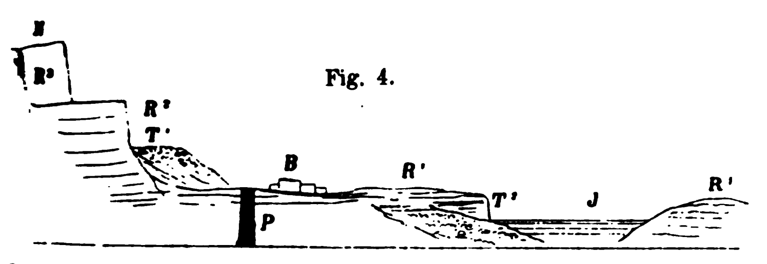
Leider war ich nicht in der Lage, das Vorkommen derselben an Ort und Stelle zu untersuchen. Rink's Angabe in dieser Beziehung ist zu allgemein. Nordenskjöld hat den Glacialthon auf Disko und im Omenaksfjord in einer Höhe von 60—150 über dem heutigen Seespiegel gefunden, und daraus eine Anzahl Arten durch Prof. Lovén bestimmen lassen[1]. Die Frage, ob der südgrönländische Glacialthon auch subfossile Muscheln enthält, muss offen bleiben, in der Colonie Julianehaab wurde mir

[1] Nordenskjöld, a. a. O. p. 48.

jedoch das Vorkommen von Fischresten in dem dortigen Glacialthon für gewiss mitgetheilt [1].

So viel ist sicher, dass der Schlick in Süd-Grönland auch über dem Stande des heutigen Meeresspiegels sich weit ab von Gletschern findet, und daraus kann erschlossen werden, dass in Süd-Grönland auch dieselben Verhältnisse wie in Nord-Grönland nachweisbar sind.

Eine andere Erscheinung ist mir jedoch nicht entgangen, es ist dies eine Terrassenbildung in Igallikofjord.



Durchschnitt durch Brattelid im Igalliko. *B.* Brattelid, *J.* Fjordspiegel, R^1 Quarzit, R^2 R^3 rother Sandstein, T^1 obere, T^2 untere Strandterrasse, *P* Porphyrgang.

Das Ruinenfeld des alten Brattelid bildet eine etwa 20′ über dem Spiegel des Igallikofjordes gelegene Ebene, welche im Norden von Sandsteinklippen begrenzt wird. Sie ist die wohnlichste Stelle in ganz Süd-Grönland und gewährt durch ihren reichen Grasboden Gelegenheit zur Rinderzucht.

Unterhalb der Sandsteinterrassen, vielleicht 200′ über der Ebene bemerkt man eine Schuttlage, welche mit einer steilen Böschung gegen die untere Terrassenstufe abfällt, und oben ganz eben verläuft. Das Material ist vorwiegend abgerollter Quarzitschotter, keineswegs Moränengeröll, sondern Strandbildung und analog jenen Terrassen, wie sie in Norwegen von Kjerulf und anderen genau beschrieben wurden. Unmittelbar am Meere liegt darunten in der Stufe von Brattelid eine gleiche Stelle, die wie eine tiefere, im Entstehen begriffene Schotterterrasse sich zu

[1] Das Vorkommen von Resten eines noch lebenden kleinen Fisches in Geoden aus grönländischem Gletscherschlick kannte man bereits vor langer Zeit.

jener höheren, weiter zurückliegenden verhält. Obwohl der Strand des Igalliko von Mytilus sehr bevölkert ist, habe ich in jener alten Strandbildung keine Schalthierreste gesehen, wohl desswegen nicht, weil das ausgeschüttete harte Material die weichen Schalthierreste zerreiben musste. Trotzdem kann aber über den Ursprung des Materiales kein Zweifel sein, da es weder von den umgebenden Felsen stammt, noch von Eis allein herbeigeführt ist, denn es ist deutlich gerollt, ausserdem finden sich fremde Geschiebe darin, und es lässt sich dasselbe geltend machen, was Kjerulf für die norwegischen Terrassen hervorhebt, mit deren Form sie auch im Wesentlichen übereinstimmt[1]; es ist daher nur denkbar, dass das Meer, welches die Terrasse unterhalb der alten Ablagerung baut, auch die obere Stufe aufgeschüttet habe.

Fassen wir die vorhergehenden Auseinandersetzungen ins Auge, so geht aus den Beobachtungen, trotzdem sie so mangelhaft und flüchtig sind, hervor, dass Grönland die jetzige Gestalt seiner Küsten wesentlich der Wirkung des Eises verdankt.

Dass die Fjordbildung, wo sie auftritt, als eine Wirkung des Gletschereises angesehen werden müsse, ist von den norwegischen Gelehrten (neuerlich sehr klar und umfassend durch Amund Helland[2] für Norwegen, von Ramsay und Logan[3] für die nordamerikanischen Verhältnisse) zur Genüge erwiesen worden. Von den grönländischen Fjorden durchsetzt kein einziger das Gebirge, und die noch hie und da bemerkbaren glatten Flächen, die Scheeren, Klippen und Inseln im Fjord selbst erweisen, dass dieselben wirklich durch gleitendes Eis erzeugt worden sind, welches sich heut zu Tage weit in die Fjorde oder selbst aus diesen zurückgezogen hat.

Nachdem aber Gletscherspuren bis auf eine beträchtliche Höhe zu verfolgen sind, und sich zugleich an den Ausseninseln bemerkbar machen, so geht hieraus hervor, dass die Gletscher

---

[1] Vergleiche das Bild von Tyssedals Terasser in Kjerulfs Om Skuringsmärker p. 61.

[2] Die glacialen Bildungen der Fjord und Alpenseen in Norwegen, Poggend. Annalen, p. 146, p. 558 ff.

[3] Ramsay. Journ. of the geolog. Society XVIII.

zur Eiszeit viel mächtiger waren als heute, und dass aus dem gesammten Eise wohl nichts mehr als einige scharfkantige und gerissene Grate herausgesehen haben.

Ein eigenes Verhältniss zeigt sich aber hinsichtlich des Standes des Meeres in früherer Zeit.

Nordenskjöld hat a. a. O. nachgewiesen, dass in Nordgrönland der Glacialthon 150 Fuss über dem Meeresspiegel liege, damit stimmt auch die von mir gemachte Beobachtung im Igalliko überein, und man ist zum Schlusse berechtigt, dass zur Eiszeit, und selbst nach dieser noch das Meer um wenigstens 200 Fuss höher gestanden habe als jetzt.

Wenn sich unter solchen Umständen auch die Süsswasserbecken gebildet haben könnten, da ja das Eis seine aushöhlende und scheuernde Kraft nicht unter dem Meeresspiegel verliert; so ist doch nicht damit in Einklang zu bringen, dass auf Ausseninseln wie auf Kinkigtok, Kagsimiut etc. Gletscherbetten vorhanden sind, welche bei jenem erhöhten Wasserstand ganz und gar oder doch zum grössten Theil vom Wasser bedeckt waren.

Gleichwohl muss man aber annehmen, dass, wenn diese niedrigen Inseln Gletscher beherbergen sollen, die Jahrestemperatur noch beträchtlich sinken müsste, was wieder ein Wachsen der Binnengletscher, demnach eine Wiederkehr der Eiszeit zur Folge hätte.

Es liegt der Schluss nahe, dass in Grönland durch die gegebenen Verhältnisse folgende Erdveränderungen angedeutet seien.

Zur Eiszeit und am Schlusse derselben war das Meer in jener Höhe, wie wir die alten Spuren finden, wodurch die Glacialthonlager mit ihren subfossilen Muscheln und die ältere Terrasse im Igalliko gebildet wurden. Sodann begann das Land emporzusteigen oder das Meer zu sinken, und jene Inseln erhoben sich. Nachdem aber die Jahrestemperatur immer noch so niedrig war, dass die Bildung eines Gletschers an günstigen Stellen unmittelbar über dem Meere möglich war, entstanden hier postglaciale Gletscher, die erst in günstigerer Zeit verschwanden.

Man wird hier allerdings die Bemerkung machen, dass unter solchen Umständen ein langsames Rückwärtsschreiten der Binnengletscher hätte eintreten müssen; diese Annahme ist auch

unter den gegebenen Umständen möglich, denn die erwähnte Terrasse im Igalliko ist an einer solchen Stelle vorhanden, wo sie möglicherweise vor dem vorschreitenden Binneneise geschützt gewesen wäre, auch ist heute das Binneneis in jenem Fjord so weit zurückgetreten, dass es mit dem Meere gar nicht in Verbindung steht. Man braucht sich nur jene thatsächlich von einander sehr abweichenden Verhältnisse in West- und Ostgrönland vor die Augen zu führen, um einzusehen, dass die jetzige Jahrestemperatur in Westgrönland nur um weniges unter die der Ostküste zu sinken braucht, um es möglich erscheinen zu lassen, dass sich selbst an günstigen Stellen kaum 5—600 Fuss über dem Meere Gletscher bilden können.

Es ist also keineswegs hiezu nöthig anzunehmen, dass jene colossalen Erscheinungen der Eiszeit wiederkehren mussten, um diese Gletscher hervorzubringen.

Diese Beobachtung stimmt gut überein mit dem, was Sir Ch. Lyell und die englischen Geologen über die Eiszeit in Engand ermittelten [1]. Auch hier wurde dargethan, dass während der der eigentlichen Eiszeit ein beträchtliches Sinken des Continentes durch die Verbreitung der Findlingsblöcke nachweisbar ist, sodann nach Hebung des Landes eine zweite Periode, in welcher die Gebirge von Schottland und England mit Eis bedeckt waren.

Man darf aber auch ferner nicht ausser Acht lassen, dass durch Pingel u. a. schon die Thatsache festgestellt wurde, dass die Westküste Grönlands seit etwa 400 Jahren im Sinken begriffen ist, und diese Erscheinung in den letzten 60 Jahren durch die dänischen Beamten an verschiedenen Stellen nachgewiesen wurde, wenn auch neuestens durch Nordenskjöld eine allerdings wohl noch näherer Bestätigung bedürfende Mittheilung gemacht wurde, der zufolge sich Disko in Nord-Grönland im Gegensatz zur Südküste erhebe.

Dieses Sinken der Südküste lässt es erklären, warum man eben von dem Zurückweichen der ehemaligen Gletscher keine Spur in Gestalt zurückgebliebener Moränen u. s. w. sieht, und überhaupt die der Thalsohle näheren Gletschermerkzeichen so wenig sichtbar sind; da sie im Laufe der Zeit wohl schon so

---

[1] Charles Lyell, a. a. O. p. 215.

tief gesunken sind, dass sie selbst beim niedersten Wasserstand nicht mehr entblösst werden.

Würde Jemand Zeit und Gelegenheit gewinnen, die Glacialerscheinungen in Grönland gründlich zu studiren, wozu natürlich auch eine genaue Untersuchung der unterseeischen Fjorde gehört, so würde er jedenfalls die Übereinstimmung der Erscheinungen mit Norwegen noch beträchtlicher finden als es eben durch meine sehr oberflächlichen Beobachtungen geschehen konnte, und er würde wohl in den unterseeischen Untersuchungen sehr interessante Resultate erlangen, namentlich darüber, ob und wo die zurückgetretenen Binnengletscher Moränen auf dem Grunde abgesetzt, und welche Veränderungen diese im Laufe der Zeit durch das fluthende Wasser erfahren haben. Es würde dies vielleicht Bildungen verrathen, welche den norwegischen Terrassen entsprechen möchten, die sich quer über die Thäler lagern, und also darthun, dass diese durch die Bewegung des Wassers veränderte Gletschergrenzen sind.

Soviel aber ist sicher, dass während der Glacialepoche Grönland ganz und gar unter Eis begraben lag, und wohl nur hie und da Felskuppen und Gebirgskämme aus dem Eise vorsahen, etwa wie jetzt aus dem Eise der Südpolarländer.

Die Erfahrungen über die neuerliche Zunahme des Binneneises habe ich schon a. a. O. erwähnt, sie sind jedoch zu unvollkommen und zu unsicher, um hieran Schlüsse knüpfen zu wollen, welche auf eine allenfallsige Vereisung Grönlands Bezug haben könnten [1].

Freilich wohl wollen die Capitäne der Grönlandsfahrer bemerkt haben, dass die Schiffahrt in den letzten 50 Jahren durch die Zunahme des Treibeises sehr erschwert wurde; allein es ist mir nicht bekannt geworden, dass man in dieser Zeit eine Verminderung der Jahrestemperatur wahrgenommen habe, wenigstens über die letzten Jahrzehnte besitzen wir in dieser Hinsicht

[1] W. A. Graah, Reise n. d. Ostküste v. Grönland. Bemerkt p. 51, dass sowohl der Jisblink von Frederikshaab einen Fjord ausfülle, welcher vor 4500 Jahren noch zugänglich gewesen sein soll, und vermuthet Ähnliches von dem Gletscher der Iloastrasse. Auch der Puisortok-Gletscher soll ursprünglich nach Angabe der Eingeborenen (welche freilich nicht sehr verlässlich sind) ein Sund gewesen sein. (A. a. O. p. 85.)

genaue Berichte, die keinerlei Anhaltspunkte hiefür böten. Auch der von Motzfeld bemerkten Vergrösserung des Serminalik stehen Beobachtungen von Nordenskjöld entgegen, wornach sich das Binneneis oft ebenso rasch um ein beträchtliches zurückzieht. Es ist also wohl nöthig, dass man hinsichtlich dieses oft angezogenen Beweises für eine wiederkehrende Eiszeit erst noch weitere sichere Belege abwartet.

4.

Geologische Skizze der Ostküste von Süd-Grönland zwischen 60—61° n. Br.

Die Insel Illuidlek und das gegenüberliegende Festland.

Die Insel Illuidlek auf 61° n. B., 42° 45′ w. L. Gr. bildet in ihrem Umrisse ein Parallelogramm, das mit seiner längsten Axe von W. nach O. gerichtet ist, und erhebt sich zu einer Höhe von circa 800 Fuss. Man kann sie aus zwei Stockwerken bestehend betrachten. Das untere ragt unmittelbar aus dem Meere auf, und besteht aus wild zerrissenen Klippen, welche im O. und W. einen Terrassenvorsprung bilden. Im O. sind sie durch eine schmale Strasse von der vorliegenden Insel Ivimiut, und einem nach und nach im Meere verschwindenden Klippenzug getrennt. Ein ähnlicher Klippenzug und kleine Inseln von gleicher Höhe streckt sich auch westlich bis gegen das Land hin fort.

Das Gestein ist krystallinisches Massengestein und zwar möchte ich es Hornblendegneissgranit nennen. Röthlicher Feldspath, schwarzer Glimmer, statt dessen Hornblendenadeln und Quarz setzen es zusammen. Die Textur ist sehr grobflaserig in der Weise, dass grosse sphärische Partien von körnig-granitischem Gefüge von Massen umgeben sind, in welchen die Gemengtheile eine entschiedene lineare Streckung besitzen. An Handstücken würde man das erstere also als Granit, letztere als Gneiss bezeichnen. Jedoch ist wohl entschieden der granitische Typus vorherrschend und gewinnt umsomehr Geltung, als das Gestein in unzweifelhaften Granit übergeht, wie er dann bis zum Lindenaufjord gleichmässig verbleibt. Nur durch die röthliche Farbe des Orthoklases bleibt der Illuidlek-Granit von dem an der

Küste verschieden. Auch die Klippen im Ost und West bestehen aus diesem Materiale.

In der Mitte der Insel erhebt sich gleichmässig nach N. und S. abfallend, dem Lande einen steilen Absturz zukehrend, und gegen aussen sanft abflachend, eine Masse von Gneis.

Derselbe führt schwarzen Glimmer und schmutzig-weissen Quarz. Ersterer ist verhältnissmässig wenig vorhanden; indem die Blättchen keine zusammenhängenden Lagen zwischen den Quarz bilden. Der Quarz ist locker, sandig und gegen den Glimmer vorwiegend. Der Orthoklas ist sparsam vorhanden. Granat ist sehr sparsam eingestreut. Auch einzelne weisse Oligoklas-Krystalle kommen darin vor. Die Textur ist grobschiefrig, die Schieferungsflächen rauh und uneben.

Gänge von Milchquarz durchsetzen das Gestein, auch Brauneisensteingänge kommen vor, sowohl auf der Nord- als auf der Westseite finden sich Felsmassen mit Ocker überzogen.

Nachdem Graah bemerkte, dass seine Magnetnadel auf Serketnua u. Illuidlek stark abgelenkt, demnach wohl magnetische Massen in der Nähe seien, vermuthete ich, dass etwa das Gestein von der Insel, welches mir mit jener von Serketnua das mir zunächst lag, übereinstimmend scheint, denn auch dieses Land hatte, soviel ich bemerken konnte, den Charakter krystallinischer Schiefergebirge, auch Magneteisen enthalte, was jedoch auf keine Weise bestätigt wurde, denn weder die chemische Rection auf Eisen war eine starke, noch wirkt das Gestein auf die Nadel oder zog der Magnetstab aus dem Pulver Partikel von Magnetit aus.

Der westliche Absturz der Insel ist mit Schutt weit hinauf bedeckt, gestattet aber die gleichförmige Lagerung des nach N. und S. abfallenden Gneises zu beobachten.

Unmittelbar im Westen von Illuidlek führen die grossen Gletscher zwischen Kankerdluk und Kankerdluarak ihr Eis ins Meer. Durch deren einstige Wirkung scheint Illuidlek entstanden zu sein. Zuerst theilte das Gletschereis ein bis auf die Insel reichender Grat. Dieser wurde von beiden Seiten vom Eise abgescheuert, bis er verschwand und nur dessen äusserstes Cap als Insel zurückblieb.

Wie auch anderwärts hat auch hier der härtere Granit der Einwirkung des Eises kräftigeren Widerstand geleistet, und ist

als Klippenzug zwischen der Insel und dem Festlande erhalten geblieben, wodurch der Zusammenhang heute noch hergestellt ist. Aus der Übereinstimmung mit dem Bau des Pfingstcapes wird dies noch deutlicher erwiesen.

Der Kankerdlukfjord, dessen nördliches Cap Illuidlek sonach einmal war, wird auf seinem nördlichen Gehänge von Gletschereis bedeckt, das südliche Gehänge mit dem Pfingstcap ist dagegen ziemlich eisfrei.

Wir wurden bei unserer Reise über den Fjord durch einen Sturm ziemlich weit in den Fjord hineingesetzt und landeten zuerst auf einem niedrigen Klippenzug, welcher einen Theil des Fjordes abschnitt. Das Material dieses Dammes war ganz dasselbe Gestein, welches die Klippen von Illuidlek zusammensetzt, auch erhob sich der Klippenzug zur selben Höhe wie die untere Insel, und die Felskuppen waren glatt und abgescheuert, wir mussten, da wir keinen passenden Platz für das Aufholen der Boote fanden, damals auf dem noch liegenden Baieis übernachten.

Während der Bootfahrt konnte ich bemerken, dass der Granit bis an das Cap sich gleich blieb. Das Pfingstcap selbst jedoch bildete einen schroff aufsteigenden Felsenkamm von Gneis, welcher mit der Lagerung auf Illuidlek genau übereinstimmte. Der leichter durch den Frost zerstörbare Gneis bildete an der Steilseite des Capes grosse Schuttkegel.

Südlich vom Cap tritt das Land etwas zurück und ist stark vergletschert. Ich beziehe den Namen Patursokbai auf die Strecke zwischen dem Pfingstcap und jenem, auf dessem Fuss wir am 6.—7. Juni übernachteten. In diese Bai münden zwei kleine Fjorde, welche durch ein niedriges Vorgebirge getrennt werden. Davor liegen einige niedrige felsige Inseln, welche wir für die von Graah verzeichneten Kutekinseln nahmen, obwohl es mir fast scheinen will, als ob die Inseln, welche Graah darunter meinte, südlicher, weiter vom Lande ablägen und durch seinen Irrthum zu weit nördlich verzeichnet wären.

Diese niedrigen, glatt gescheuerten Inseln, auf welchen viele gestrandete Treibeisblöcke lagen, bestanden gleichfalls aus Granit, welcher mit jenem in den besuchten Fjord übereinstimmte. Auch das gegenüberliegende Cap bestand aus demselben Gestein.

Die Südseite der Patursokbai bis zu den Inseln im Lindenowfjorde.

Der südliche Flügel der Patursokbai bildet eine sehr steile Wand, unter welcher ein mässig hoher Zug von Klippen wie eine Terrasse hinzieht. Obwohl das Innere des auf dieser Seite der Bai mündenden Fjordes sehr vergletschert war, war diese Lehne völlig eisfrei, auch durch mehrere Spaltenthäler konnte man weiter ins Gebirge hineinblicken, ohne Gletschereis wahrzunehmen. Hier benützte ich die Gelegenheit, während Capt. Hegemann wegen des Treibeises Ausschau hielt, einige Gesteinproben zu nehmen, um sie gelegentlich genauer zu untersuchen.

Auch hier war es derselbe Granit, welchen ich bisher allenthalben getroffen hatte. Grosse weisse Feldspathausscheidungen in einer dichteren Masse von dunkler Farbe, welche Amphibol statt Glimmer mit nicht selten linearer Anordnung enthielt, liessen sich auch hier wahrnehmen. Die Feldspathmasse war theils körnig gemengt mit Quarz, theils reiner Feldspath mit grossen glänzenden Theilungsflächen und sehr wenigen schwarzen Glimmern. Die Felsen bis hinauf, soweit man sehen konnte, bestanden aus demselben Gestein.

Ich glaube das Aussehen des Gesteines nicht besser bezeichnen zu können, als wenn ich es mit der gewöhnlichen grauen Hausseife vergleiche, deren schwarz und grau marmorirte Zeichnung auffällig an das Gestein erinnert. Den Feldspath liess ich einer chemischen Analyse unterziehen, welche durch Herrn Kottal im Prager Universitäts-Laboratorium ausgeführt wurde. Herr Dr. Vrba mittheilen wird.

Von krystallinischen Schiefern war nichts zu sehen, sie müssen hier entweder weiter landeinwärts liegen oder sie fehlen gänzlich.

Gegen Abend erreichten wir das Südcap der Bucht; ein steil nach der See zu abfallender Felsen, welcher an seinem Fusse von einer Anzahl niedriger Klippen und Scheeren umlagert ist. Diese waren an jenen Stellen, welche bei der Ebbe von Wasser entblösst wurden, mit schönen Frictionsstreifen bedeckt.

Es war wieder derselbe Granit wie an den früheren Stellen, das Cap jedoch liess einen mächtigen Dioritgang erkennen.

der sich bis unter dem Wasserspiegel fortsetzt. Der Gang war ungefähr 4—5 Mtr. mächtig und fiel unter etwa 45° in Südwesten, stieg also gegen das Äussere des Capes sehr steil auf. Hangendes wie liegendes war Hornblendegranit. Das Gestein des Ganges wechselte in sofern, als es im Wasserspiegel sehr feinkörnig von grau-schwarzer Farbe war, während es weiter oben etwas gröber wurde. Kurz oberhalb des Wasserspiegels breitete sich derselbe beträchtlich aus, nahm also hier an Mächtigkeit zu, während er oben, wie es schien, nach und nach auskeilte. Die schmäler werdende Masse verlor sich unter Felsengeröll.

Der von dem Gang durchsetzte Hornblendegranit blieb unveränderlich gleich, nur bildete die Hornblende auch hin und wieder Apophysen von glänzend-schwarzen, ziemlich grobgefügten Individuen.

Fig. 5.



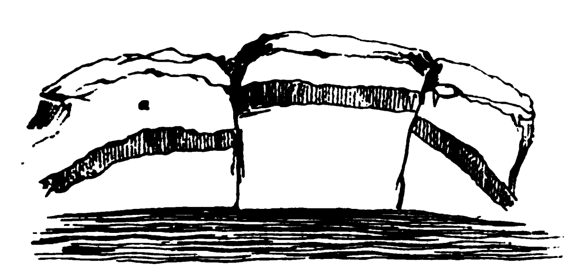
Süd-Cap der Patursokbai. *a* Granit, *b* Diorit.

Der beschriebene grosse Gang war übrigens an dieser Stelle nicht der einzige. Die vor dem Cap gelegenen Klippen waren vielfach von schmäleren Gängen durchsetzt; und diese wieder verriethen deutlich eine spätere neuerliche Störung der Lagerung, indem sie mannigfach verworfen und zertrümmert, im letzten Falle durch ein weisses Gestein, wie es schien Quarz wieder verkittet waren.

Die äusserste Klippeninsel zeigte auf der Nordseite einen Gang, welcher offenbar von der Nachbarklippe herüberreichte, der die Granitmasse schwebend durchsetzte. Der Gang zeigte

zwei Verwerfungen, indem die Insel in drei ziemlich gleiche Stücke zerborsten war, deren mittelstes um einige Fuss gehoben war, während die beiden anderen nach beiden Seiten hin sich auswärts neigten.

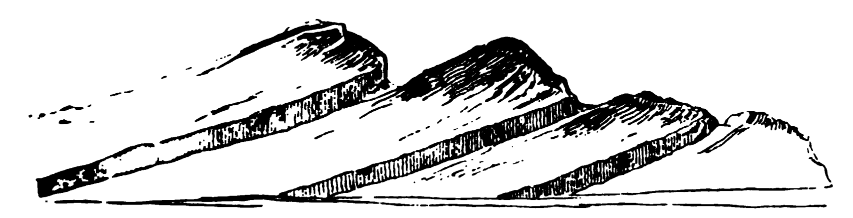
Fig. 6.



Insel von dem Süd-Cap der Patussokbai. *a* Granit, *b* Diorit.

Etwas südlicher, etwa beim eigentlichen Cap Valloe, passirten wir eine Insel oder wie es schien, deren drei, deren mittelste von drei nördlich flachfallenden schwarzen Gängen in ziemlich gleichem Abstand und gleicher Mächtigkeit durchsetzt wurden. Weiter südlich habe ich jedoch das Ganggestein nicht mehr wahrgenommen.

Fig. 7.



Insel auf circa 60° 40′ (Kutek?) mit Dioritgängen in Granit.

Der von mir öfter genannte, vorstehend beschriebene Granit blieb unser Begleiter auf der weiteren Fahrt nach Süden. Das Gestein, welches ein so prägnantes Aussehen hat, zeigte sich in allen Riffen und Capen welche wir begegneten. Auch eine Klippe in der Nähe des nördlichen Capes vom Lindenowfjord bestand aus diesem Gestein; und als wir auf unserer Fahrt die Inseln innerhalb des genannten Fjordes erreichten, machte ich hier die

Wahrnehmung, dass der Hornblendegranit, welcher die Küste zusammensetzte, auch sie bildete.

Die Rundhöckerform dieser Inseln war eine ausgesprochene, zwei derselben waren ziemlich niedrig, die dritte (Nektoralik?) dagegen ziemlich hoch und sah in ihrer Gestalt einem riesigen Kohlenmeiler frappant ähnlich, sie stellte eine vollkommen runde Kuppe dar, welche von zahlreichen senkrechten Rissen und Absonderungsklüften durchsetzt war, an keiner Stelle aber zeigte sich eine Gelegenheit, wo man bei gewöhnlichem Wasserstande hätte landen können, da sie rundum steilrandig aus dem Meere aufstieg.

Ähnlich auch die anderen Klippen, welche sie umgaben, so dass wir in Verlegenheit kamen, unsere Boote aufzuziehen, und schliesslich wieder auf einer Eisschole übernachteten.

Der südlichste Theil der Ostküste.

Von der Insel im Lindenowfjorde betraten wir das Festland nicht eher, als bis in der Nacht vom 9.—10. Juni auf König Christian IV. Land. Die rasche Ausnützung der noch günstigen Gelegenheit und drohende Nebel zwangen uns, vorwärts zu eilen. So legten wir nur einmal um Mittag an einer Klippe an, welche etwa eine Seemeile vom Cap Hvidtfeld nordöstlich lag.

Fig. 8.



Klippe Kanigkesakasik. *G* Granit, *Q* Quarzstock.

Hier hatte das Gestein einen anderen Charakter. Zwar war es auch Granit, jedoch bestand des Gemenge aus Orthoklas, Quarz und schwarzem Glimmer, und führte als Hypergemengtheil hyazinthrothen Granat und violblauen Corund. Das körnige Gemenge verwandelte sich weiter nach Innen zu in Schriftgranit, zwischen welchem langgestreckte, etwa bis zollbreite Glimmerstreifen

sichtbar waren. Auffallend waren in diesem Schriftgranit radialstrahlige, kugelige Massen, welche sich mit ihrem Centrum auf eine Glimmersäule setzten.

Auf der Westseite war die Klippe bis auf die Hälfte ihrer Höhe über dem Meere vom Wasser ausgespült und umgab wie ein Kraterwall einen tieferen blendend weissen Kern, welcher sich bei näherer Untersuchung als ein Rosenquarzstock zu erkennen gab. Durch die Einwirkung des Lichtes und der Luft war die Oberfläche ganz ausgeblichen, doch zeigten frische Anbrüche das Gestein sehr duftig-roth. Auffallend war mir daran, dass das Gestein in sehr regelmässiger parallelepipedische Stücke brach, was man sonst an Quarzfels weniger wahrnimmt. Einschlüsse enthielt der Rosenquarz keinerlei.

Es war mir interessant, hier endlich ein mit heimischen Verhältnissen ähnelndes Gesteinsvorkommen angetroffen zu haben. Ganz Ähnliches zeigt der Böhmerwald und die Umgebung von Bodenmais, wo der bekannte Rosenquarz von Rabenstein auch eine stockartige Ausscheidung im Gestein bildet.

Ob das gegenüberliegende Cap Hvidtfeld aus demselben Granit besteht, kann ich nicht angeben, da wir uns zuweit davon abbefanden. Wohl aber bemerkte ich, dass südlich von Cap Hvidtfeld das ganze Gebirge ein anderes Aussehen hatte. Bisher waren die Berge grau und in der Ferne rein blau. Nun sahen die Berge kupferbraun aus und durch die Farbe der Luft sahen sie in der Ferne wie blau angelaufenes Kupfer aus. Das also beweiset eine Änderung der Gesteinsbeschaffenheit und kann nicht, wie einer der gelehrten Redacteure in der ersten Abtheilung unseres Reisebuches meint, von Flechten herrühren, denn die müssten dann das ganze Gebirge auf Meilen im Zusammenhange überziehen, was uns auffällig genug gewesen wäre, dass wir es gewiss angeführt hätten.

Ich hatte auch Gelegenheit genug, mich bald von der wirklichen Veränderung des Gesteines zu überzeugen. Die von uns sehr knapp passirten Rundhöckerklippen bei Cap Hvidtfeld waren viel dunkler als das bisher beobachtete Gestein. In dieser dunklen Grundmasse lagen grosse, glänzende, graue Feldspathindividuen, so dass ich dies Gestein anfangs für einen Hypersthenit hielt. Alle Klippen, auch die Alluk-Inseln, welche wir

passirten, bestanden aus diesem Gestein, welches in der Luft leichter zu verwittern schien als der Hornblendegranit, und jene obenerwähnte braune Färbung der Felsenmassen hervorbrachte. Beim Einsegeln in die Inseln an der Südspitze verlor ich das Gestein aus den Augen, sobald wir dieselben erreicht hatten. Auf der Südspitze von Christiansland bemerkte ich es aber sofort wieder, unter ganz ähnlichen Verhältnissen wie hier im Osten.

Das Festland der Südspitze auf der Ostseite ist ganz vergletschert und unnahbar, besteht aber jedenfalls aus krystallinischem Gestein und wohl aus einem Granit, welcher von jenem, welcher die südlichen Inseln zusammensetzt und auf der gleichen Breite in Westen vorkömmt, nicht verschieden ist. Hievon wurde ich durch ein von C. Giesecke gesammeltes Handstück in Copenhagener mineralogischen Museum überzeugt. G. 11.

Die Inseln an der Südspitze von Grönland.

Um die Südspitze von Grönland lagern sich etwa acht grössere Inseln, deren südlichste und kleinste das Cap Farwell, deren nördlichste und grösste König Christian IV. Land ist. Die Inseln sind vom Festland und unter einander durch beinahe rechtwinkelig stehende Strassen getrennt. Der nordwestlich streichende Prinz Christianssund trennt König Christiansland vom Continent, die breite, schöne Iloastrasse die südlichen Inseln von dieser, eine ganz kurze, noch südlichere Parallelstrasse das Cap Frawell. Eine Anzahl Strassen, deren westlichste Torsukatek, stehen auf diesen senkrecht, wodurch die südlichen Inseln abgeschieden werden.

König Christian IV. Land ist eine grosse, schmale, von Westnordwest nach Ostsüdost streichende Insel, deren Lage und Gestalt durch die in derselben Richtung streichende Gebirgsaxe der Insel gegeben ist. Sie wird in der Mitte durch zwei wohl ursprünglich vereinigte Fjorde durchschnitten, so dass sie richtiger aus zwei Massiven besteht, welche durch den von Westen eindringenden Tanerafjord und durch den von Osten kommenden Zufluchtsfjord getrennt werden. Die Streichungsrichtung der Fjorde passt genau auf einander und die Natur des Innersten des Zufluchtsfjordes, ein gewaltiger Bergsturz, dessen Blöcke die Wasserstrasse verlegen, darüber hinweg man jedoch die Fort-

setzung des Fjordes nach Westen sieht, sowie der Umstand, dass die Strömung des Wassers selbst, unter den Felsenblöcken weg, eine Verbindung mit dem von der entgegengesetzten Seite kommenden Fjorde verräth, bestätigen die Thatsache. Von der südlichen Inselhälfte wird dann eine kleinere Insel im Osten durch eine nordsüdlich laufende Strasse geschieden.

Die Gebirge erheben sich in der Mitte zu einer beträchtlichen Höhe, fallen jedoch mehr und mehr gegen Osten zu, wo sie etwa eine Höhe von 800—1000 Fuss behalten. Das Innere der Insel ist vergletschert. Ich habe zwar keine unmittelbar ins Meer reichende Ausfuhr bemerkt, aber es ist möglich, dass die südlichste Partie im Osten ins Meer mündet, wenigstens sahen wir hier das Eis sehr tief herabsteigen. Da ich den Prinz Christianssund selbst nicht sah, kann ich über dessen Natur kein Urtheil fällen. Der Umstand jedoch, dass er mit dem Zufluchtsfjorde und der Tanera parallel läuft, welche mit der Richtung der Gebirgsketten streichen, und von denen ersterer, wie ich am gehörigen Orte auseinandersetzte, deutliche Spuren von ehemaliger Gletscherthätigkeit zeigt, derselbe auch heute noch zum Theil dem grossen Puisortoarak als Ausfuhrsort dient, legt es nahe, dass auch dieser, wie seine Parallelen, durch das Eis gebildet wurden, auf welche Ursache sich vielleicht auch die grosse breite Iloastrasse zurückführen lässt, an deren nordwest aufsteigenden Arm einige Rundhöckerinseln liegen.

König Christiansland, welches wir durch Befahrung des Zufluchtsortes und Verfolgung seiner östlichen und südlichen Küste ziemlich genau kennen lernten, besteht im Wesentlichen aus Granit, der einigermassen in der Zusammensetzung ändert.

Der Granit des Zufluchtsfjordes besteht aus graulich-weissem Orthoklas, gelblichem Oligoklas, blaulich-grauem Quarz und schwarzem Glimmer. Die Orthoklasindividuen übertreffen die des Oligoklases an Grösse und geben dem Gestein das Aussehen unseres Krystallgranites. Die Ogliklasindividuen sind klein, erbsengross stark zersetzt. Der Glimmer bildet parallele, mehr oder weniger deutliche Schnürchen dazwischen.

Als Übergemengtheil enthält der Granit vielen Granat. Dieser, von braunrother Farbe, hat gewöhnlich die Grösse einer Erbse, er wird doch auch grösser. An der Stelle, wo wir am

10. Juni übernachteten, waren handgrosse Granatflecken im Gestein sichtbar, so dass die Felsen von weitem wie blatternarbig aussahen, umsomehr als hier auch ziemlich viel von diesem Mineral eingelagert war. Weiter im Fjorde selbst tritt der Granat mehr zurück. G. 10.

Der Granit, welcher die Gehänge der Badebucht zusammensetzte, ist von dem des Zufluchtsfjordes nicht verschieden.

Sehr auffällig aber war mir das östliche Cap der Bucht, welches an seiner gegen Süd-Osten gekehrten Steilseite eine Absonderung des Gesteines erkennen liess, das einem gesprengten Bogengewölbe nicht unähnlich sah. Die Bogenlinien liessen sich auch auf dem westlichen Gehänge der Bucht wahrnehmen, da dieselbe ihre Gestalt wohl ganz dem schleifenden Eise verdankt. Eine dieser ähnliche Gebirgsfaltung werde ich noch späteren Ortes zu erwähnen haben.

An dem südlichsten Cap auf der Ostseite ändert der Granit. Der Glimmer tritt sehr zurück und das Gestein besteht vorherrschend aus rauch-grauen, ziemlich grossen Orthoklasindividuen und ebenso gefärbtem Quarz. Der Glimmer ist schwarz gefärbt. Granat ist noch vorhanden, jedoch nur von Stecknadelkopfgrösse oder fehlt ganz. Auch hier hat das Gestein durch die oft beträchtlich grossen Orthoklasindividuen, welche viel reichlicher entwickelt sind, als im Gestein des Zufluchtsfjordes, eine phorphyrartige Structur.

Durch den grauen Orthoklas ist jedoch die Farbe des Gesteins eine wesentlich dunklere und ich glaube nicht zu irren, dass Granit sich auf der östlichen Seite der Südspitze bis zu dem Cap Hvidtfeldt erstreckt; wo mir das dunkle Gestein schon auf gefallen war, da die Klippen am Süd-Cap genau so aussahen, wie dort.

Derselbe Granit variirt mit feinerem Korn und bei gänzlichem Zurücktreten des Glimmers, an dessen Stelle ein chloritähnliches grünes Mineral eintritt. In dieser Art fand ich ihn auch auf der östlichsten Insel Sedlevik wieder und es ist wohl anzunehmen, dass der Granit seinen Charakter auch auf den andern Inseln behält.

Auf der Mitte der Südseite fand ich feinkörnigen Schriftgranit. Der schneeweisse Orthoklas ist mit grauem Quarz gemengt, wobei der schwarze Glimmer fast ganz zurücktritt.

Es ist nun wohl gestattet anzunehmen, dass die ganze Insel aus Granit besteht, auch jene von der Badebucht östlich gelegene Insel, welche offenbar früher mit dem Christianslande zusammenhing, in ihrer Bildung mit der grossen Insel übereinstimme.

Die Granite des Zufluchtsfjordes werden von Eruptivgesteinsgängen durchsetzt; an vielen Stellen bemerkte ich an beiden Gehängen desselben, dass braune Bänder von verschiedener Mächtigkeit (1—3 Fuss etwa) in ziemlich genauer nordsüdlicher Richtung durchsetzen, so zwar, dass eigentlich der Gang, welcher im südlichen Gehänge niederstieg, im nördlichen in seinem Streichen fortsetzte. Ich hatte Gelegenheit, an einigen Punkten diese Gesteinsgänge zu untersuchen. Nur die äussere, der Verwitterung ausgesetzte Rinde war gelb-braun gefärbt. Dies Gestein selbst war schwarz-grün, sehr hart, scheinbar sehr homogen, doch liessen sich immer seine Gemengtheile erkennen. Durch die mikroskopische Untersuchung des Herrn Dr. Vrba wurde es als Melaphyr erkannt.

Dergleichen Gänge hatte ich nun Gelegenheit äusserst häufig zu bemerken und zwar unter ganz ähnlichen Verhältnissen immer in gleichen nordsüdlichen Streichen. Man konnte dieselben oft sehr weit verfolgen, da sie sich von der vegetationslosen Felsen als scharfe dunkle Linien abhoben. Ich zweifle nicht, dass einzelne derselben durch König Christiansland bis in's Festland fortsetzten. Da wir in die Badebucht kamen, fand ich gleichfalls die Melaphyrgänge vor, von welchen einer am Eingange der Bucht unter dem Seespiegel versank, [illegible] diese [illegible] strich, und wohl mit einem der Gänge im Zusammenhange stehen und derselbe ist.

Inwieweit sie für die Bildung der Fjorde durch das Gletschereis sprechen, habe ich am geeigneten Orte schon erwähnt. Interessant sind die Umwandlungsgrade, welche die Melaphyre zeigen, deren Gesammtbild darzustellen jedoch der petrographischen Arbeit über die von mir gesammelten Gesteine überlassen bleibt.

Die von König Christiansland durch die Iloastrasse getrennten grossen Inseln vom Cap Farwell stellen in ihrer Gesammtheit einen parallelen Continent dar, welcher durch tiefe Spalten-

thäler in fünf grosse, steil aufsteigende, stockförmige Inseln zerfällt, von denen die östlichsten die grössten sind. Zwar wurde von uns nur die westlichste, die Strasse Torsukatek befahren, jedoch stellte gerade sie es ausser Zweifel, dass sie auf eine andere Weise als es bei den Fjorden der Fall ist, entstanden sei; ihre Richtung steht natürlich auf der Streichungsrichtung der Gebirge senkrecht.

Fig. 9.



Westliches Gehänge von Torsukatek.

Ich habe schon oben bemerkt, wie das östliche Cap der Badebucht eine merkwürdige Gebirgsfaltung erkennen lässt. Beim Passiren der Strasse Torsukatek entging mir nicht, wie die Felsenwände des westlichen Gehänges eine sehr symmetrische Stellung gegen die Mitte der Strasse hin einnahmen, indem die kegelförmigen Erosionsformen im nördlichem Theile der Strasse nach Norden sanfter, nach Süden steil abstürzten. In der Mitte der Strasse passirten wir eine nach Norden und Süden gleich abstürzende Kuppe, und von da ab zeigten die nun folgenden Felsen eine symmetrische Stellung zu denen im nördlichen Theile des Torsukatek. Weniger deutlich, aber nicht weniger unzweifelhaft zeigen auch die Felsenmassen des östlichen Gehänges der Insel Sedlevik eine der beschriebenen Torsukatekseite entsprechende symmetrische Lage, so dass dadurch die Natur des Spaltenthales ausser Zweifel gesetzt ist. Soviel ich aus der Lage und Beschaffenheit der übrigen, die Inseln trennenden Parallelstrassen zu urtheilen vermag, sind dieselben ebenfalls tiefe Spalten, bei denen vielleicht später die eine oder die andere dem Eise zum Ausfuhrsorte diente, wie man die in der Richtung der Spaltenthäler fortstreichenden inneren Ilaofjord, etwa auch als ein ursprünglicher Spalten und späteres Gletscherthal auffassen mag.

Ohne mir einen vorschnellen Schluss zu erlauben, möchte ich bei dieser Gelegenheit noch auf den parallelen Verlauf der oben beschriebenen Eruptiveingänge hinweisen, mit deren Entstehung man allenfalls die Spaltenthäler in Zusammenhang bringen könnte; jedoch könnte hiefür nichts weiter als der erwähnte Parallelismus etwa sprechen.

Die Inseln, an deren nördlichem Absturze wir dahin fuhren, bestanden auf dieser Seite durchwegs aus Granit, welcher ziemlich feinkörnig, stellenweise mehr schwarzen Glimmer enthielt. Gänge, wie ich sie oben von Christiansland beschrieben habe, fehlten auch hier nicht. Sie unterschieden sich von jenen ganz und gar nicht und auch hier konnte ich das weite Fortstreichen solcher Gänge von dem Gehänge einer Insel auf die andere unter dem Wasserspiegel wiederholt wahrnehmen. G. 8.

Etwas abweichend in ihrer Gestalt erscheint die westlichste Insel Sedlewik. Sie wird von Süden her durch zwei tiefe Einschnitte in zwei beinahe gleiche Hälften getheilt, von welchen die westliche bergig ist, während der östlichere Theil ziemlich flach verläuft und erst allgemach zu einem Berglande ansteigt. Zur Gestaltung der Insel scheint das aus dem Iloafjorde vorbrechende Eis beigetragen zu haben, welches unter und zwischen der Insel weg einen Ausweg suchte.

Der Granit, welcher im Fundamente der Insel vorkommt, ändert etwas in seinem Aussehen und erinnert an den Hornblendegranit der Ostseite. Er enthält neben graulich-weissen grossen Orthoklasindividuen, schmutzig-weissen Oligoklas, rauhgrauen Quarz. vielen sammtschwarzen Glimmer, daneben Hornblende und einzelne Granaten. Das Gestein ist grobkörnig gemengt. Gegen oben hin wird der Granit feinkörniger und gleicht mehr jenen von der Südspitze des Christianslandes.

Grünsteingänge fehlen auch hier nicht und zwar setzt ein solcher gerade durch den kuppelförmigen Berg der Nordseite hindurch. Der Diorit erscheint hier stellenweise mehr in eine matte, grüne, ziemlich milde Masse umgewandelt, enthält jedoch zahlreiche Brocken von Feldspath eingeschlossen, welcher seinem Aussehen nach dem Granit von der Südseite des Christianslandes gleicht. Die Gesteinsbrocken sind in manchem Handstück so zahlreich vorhanden, dass dasselbe wie ein grosskörniger Man-

delstein für den ersten Augenblick aussieht; scheinbar kann man selbst in kleinen Stücken die Gemengtheile des Granites unterscheiden. G. 8.

5.

Geologische Skizze des Distriktes von Julianehaab.

Friedrichsthal und Nennortalik.

Die deutsche Mission Friederichsthal ist der südlichste auf dem grönländischen Festlande gelegene bewohnte Punkt an einem kleineren Fjord dem Narksamiut gelegen, welcher westlich durch das steile Vorgebirge Igikait begränzt wird, während auf östlich eine kleine ebene Strecke sich ausdehnt, die von einem langen Höhenrücken von der Torsukatekstrasse getrennt wird.

Die ganze Gegend besteht aus Granit, welcher von jenem der Inseln nicht verschieden ist; Orthoklas und Quarz sind vorwaltend, der Glimmer spärlich. Etwas auffällig ist der Granit von der Klippe, welche die Missionäre Ausguck heissen. Der Feldspath ist nämlich hier erbsengelb gefärbt und enthält Einschlüsse eines hornblendeähnlichen schwarzen Minerales, welches sich bei näherer Untersuchung als Magnetit zu erkennen gab. Weiter einwärts in den Fjord wird der Orthoklas grau.

Die ebene Fläche, welche die Mission umgibt, ist ziemlich wasserreich und gestattet auf einer aus Granit, und wie es scheint, altem Moränenschutt bestehenden Unterlage die Entwicklung eines nach unseren einheimischen Verhältnissen dürftigen Torflagers von etwa zwei Fuss. Die torfbildenden Pflanzen sind vorzugsweise Sumpfmoose, der Torf selbst — Moostorf — von sehr geringer Güte, so dass er nur allenfalls mit Speck untermischt brennt. Der Moosboden reicht bis unmittelbar an den Rand des Fjordes und hört scharf dort auf, wo das Meer beginnt. Anfänglich schien es mir, als ob bei Hochwasserstand die See über das Torflager reiche, ich habe mich jedoch später überzeugt, dass dieses nicht der Fall ist, sondern die Bildung auch hier innerhalb der Gränzen des Süsswassers bleibt.

Es möge hier gestattet sein zu erwähnen, dass ich nur noch in der Colonie Frederikhaab ein Torflager vorfand, welches auch da, wie es scheint, einen alten Gletscherboden bedeckt. Der Torf hatte kaum die Mächtigkeit einer Handbreite, war braungelb gefärbt, bestand aus Gräsern, und wurde von den Eingeborenen als Brennmaterial getrocknet mit Speck gemengt verwendet.

Diesen Beobachtungen nach hat Grönland weniger Geeignetheit zur Torfbildung als Norwegen auf derselben Breite.

Auch das Vorgebirge Igikait besteht aus Granit, und man darf wohl mit Sicherheit annehmen, dass die ganze Halbinsel bis zum Tesserminttjord aus demselben Gestein bestehe. G. 7.

Dagegen sind die Inseln, welche vor dem Festlande liegen, wenigstens die von uns berührten, anders gebildet. Zwischen Igikait und Nennortalik liegt eine kleine Inselgruppe, an deren einer wir anlegten, welche, wie uns unser eingeborener Lootse und unser deutscher Begleiter mittheilte, den klangvollen Namen Kikkertarsursoak trägt. Das Gestein, welches die kahlen Felsen bildet, hatte für den ersten Anblick Ähnlichkeit mit dem Granit des König Christian's IV. Land, allein bei näherer Untersuchung gab es sich als einen Syenit zu erkennen, welcher grosse Ähnlichkeit mit dem norwegischen Zirkonsyenit besitzt.

Obwohl Zirkel (Petrographie I. p. 591) in der That Zirkonsyenit von den Kittiksut Inseln in Grönland anführt, und auch diese Inseln den Namen Kittisut führen, stammt der bisher bekannte doch von einem andern Fundort. G. 1 und 41.

Das Gestein besteht aus groben grünlichgrauen Orthoklaskrystallen und schwarzem starkglänzendem Arfvedsonit, welcher die Hornblende, wie es scheint, ganz ersetzt, doch finden sich auch graugrüne längliche Krystalle eines triklinen Feldspathes im Gemenge, und einzelne hyacinthrothe Körner von Zirkon (oder Eudyalit).

Dioritgänge, wie ich sie an anderen Stellen schon beschrieb, fehlen auch hier nicht, und durchsetzen den Zirkonsyenit fast senkrecht stehend.

Auf der Insel Nennortalik fand ich Gneis von dunkelgrauer Farbe. In der mit schwarzem Glimmer gemengten Schiefermasse bilden Orthoklas und Quarz weisse oder gelbliche Augenflecken.

Auch die unmittelbar nördlich gelegene grosse Insel Sermersoak, besteht aus diesem dunkelgrauen Gneis. An den steil aufsteigenden Felswänden dieser Insel bemerkt man schon von weitem die von Naumann treffend mit der Zeichnung eines Bogens Marmorpapier verglichenen eigenthümlichen gebogenen Streifen und Flecken des Gneises. Ob aber auch das Festland, welches der Insel gegenüber liegt, und den Sermelikfjord begrenzt, Gneis sei, muss ich dahin gestellt sein lassen, da wir es nicht betraten, und uns so ferne davon hielten, dass ich bei der grossen Ähnlichkeit zwischen den beiden Gebirgsformen des Gneises und Granits kein Urtheil darüber habe. G. 13, 14, 34.

Lichtenau und der Unortokfjord.

Nördlich von den vorgedachten Inseln herrscht der Granit wieder allein. Derselbe gleicht jedoch nicht jenem der Südspitze, sondern ist ein Pegmatitgranit, bestehend aus Orthoklas, graulich weissem Quarz und Kaliglimmer, die Individuen sind stellenweise sehr gross ausgeschieden. Quarz bildet darin mächtige Gänge. Die Klippe neben dem Missionshaus in Lichtenau ist quer durchsetzt von einem flachfallenden, ziemlich sechs Fuss mächtigen Quarzgang, deren sich in der nördlichen Lehne des Fjordes noch mehrere wahrnehmen lassen. Auch dieser Granit findet sich allenthalben bis auf die äusseren Inseln, vor dem Fjord und weiter nordwärts, ohne dass ich jedoch hier die Erstreckung angeben könnte.

In der unmittelbaren Nähe von Lichtenau am Hafen tritt ein schwarzes basaltähnliches Eruptivgestein in Form einer runden Kuppe oder Rundhöckerklippe auf. Auch am Eingange des Fjordes am Vorgebirge Akkolorusek bemerkte ich das Auftreten eines schwarzen, von weissen Gängen durchsetzten Gesteines, konnte jedoch hier nicht landen, da wir hiezu keine günstige Gelegenheit fanden. G. 35.

In dem unmittelbar südlich vom Lichtenaufjord gelegenen Unortokfjord ändert der Granit seinen Charakter insofern, als der Orthoklas rosenroth oder fleischroth wird, und über die anderen Gemengtheile vorherrscht. Quarz tritt sehr, Glimmer fast ganz zurück. In dem durch den Feldspath roth gefärbten Gestein liegen jedoch Ausscheidungen eines grauen kleinkörnigen Gra-



nites, bestehend aus röthlichem Orthoklas, grauem Quarz und schwarzem Glimmer.

Dieser rothe Pegmatit bildet sowohl die Gehänge als auch die im Fjorde gelegenen Inseln ohne alle Abwechslung. Im Innersten des Fjordes findet sich ein sogenannter „Weichsteinfelsen“, jenes Material, welches von den Eingeborenen besonders gesucht wird, da sie es zur Erzeugung von Pfannen, Lampen, Angelsteinen u. s. w. verwenden.

Es scheint mir zwar, dass unter dem Namen Weichstein verschiedene Mineralien, welche eine derartige Verwendung gestatten, begriffen werden, wie Serpentin z. B., der im Unortokfjorde befindliche aber scheint seiner Lage und seinem Aussehen nach kein solcher zu sein.

Leider ist durch die fortgesetze Ausbeutung des Punktes durch die Grönlande kaum etwas zu erhalten, da er fast glatt abgeschnitzelt ist.

Das Gestein stellt einen Gang dar, welcher den Granit durchbricht, und ziemlich mächtig zu sein scheint, jedoch ganz und gar mit Ausnahme einer einzigen Stelle von schweren Geröllblöcken bedeckt ist. Das geschmeidige Materiale ist kaum mit dem Hammer zu bewältigen, die kleinen Bruchstücke, welche ich abklopfte, zeigen ein schiefriges splittriges Gefüge, und fühlen sich wie Serpentin wenig fettig an. Ich konnte trotz besonderer Mühe und Beihülfe meiner Begleiter nur weniger Proben durch Abklopfen habhaft werden, die jedoch zu einer genaueren petrographischen und chemischen Untersuchung hinreichen.

Es entging mir nicht, dass in unmittelbarer Nähe des beschriebenen Ganges Stücke lagen, welche man wohl als Serpentin bezeichnen könnte. In einer grünlichschwarzen feinschuppigen Grundmasse liegen scharfbegränzte grünlichweisse steatitartige Krystalle eingestreut. Das Gestein ist etwas härter als der aussehende Grünstein, und dürfte deshalb von den Eingeborenen beiseite geworfen worden sein, obwohl er eigentlich aus demselben Gange, wohl nur vielleicht etwas höher stammt.

Die grünlichweissen Krystalle, welche sich schon auf der äusseren grauen Verwitterungsrinde scharf von der Grundmasse unterscheiden, geben dem Gesteine viel Ähnlichkeit mit dem

bekannten Aussehen des Labradorporphyres. Das gangförmige Auftreten desselben und dieses Aussehen legen es nun nahe, den Weichstein selbst als einen in eine serpentinartige Masse umgewandelten Grünstein zu betrachten.

Diese Genesis wird vorerst jedoch nur auf den Weichstein von Unortok zu beziehen sein, da, wie gesagt, unter diesem Namen verschiedenes andere begriffen sein kann und der meiste von den Eingeborenen lose gefunden, oder auch selbst aus den nördlichen Districten eingeführt wird. Ich habe selbst auf der weiteren Strecke der besuchten Küste nirgends mehr etwas vom Vorkommen dieses Gesteines erfahren.

Einige Gefässe, welche ich in Friedrichsthal und Lichtenau erhielt, sind aus Weichstein geschnitten, der dem im Unortokfjord anstehenden gleicht; dagegen ist ein Angelstein, welchen ich einem Eingeborenen in Julianehaab abhandelte, und andere, die ich da sah, offenbar Serpentin. Ein aus Weichstein geschnittener Leuchter, der mir in Friederikshaab gezeigt wurde, war auch aus Serpentin, in gleichen einige Leichensteine auf europäischen Gräbern in Nennortalik und Friederichsthal, von denen mir gesagt wurde, dass das Materiale aus Norden geholt worden sei.

Ich erwähne dies eben nur deshalb um darzuthun, dass wirklich unter dem trivialen Namen verschieden begriffen sei, und dass das nordgrönländische Gestein von dem im Unortok verschieden ist.

Die warmen Quellen auf der Unortok-Insel.

Am Eingange des gleichnamigen Fjordes, ziemlich in der Mitte liegt die kleine Insel Unortok (warmer Brunnen), welche durch ihre warmen Quellen, die einzigen in Südgrönland bekannten, bemerkenswerth ist. Schon die alten normanischen Ansiedler sollen dieselben aufgefunden haben, wenigstens berichtet der grönländische Chronist Ivar Barson (Bardarson) ausdrücklich von einer Insel, darauf heisse Quellen sprudeln, deren Wasser im Winter eine höhere Temperatur besitze als im Sommer, und dass dort ein normanisches Kloster gestanden habe. Die Beschreibung der Lage lässt sich gut auf die Insel Unortok beziehen, auch will man normanische Ruinen dort gefunden

haben, wovon ich keine Spur auf der sonst kahlen und öden Insel sah. Der Glaube, dass die Temperatur der Quellen mit der Jahreszeit wechsele, ist heute noch bei den Eingeborenen verbreitet, bezieht sich aber wohl nur darauf, dass das Wasser im Winter mehr dampft als im Sommer.

Die Insel Unortok steigt von Osten gegen Westen sanft, nach Angabe des Herrn Rink bis 170 Meter auf und fällt hier steil gegen das Meer ab; sie besteht aus dem schon oben beschriebenen Pegmatitgranit. Auf ihrem nordwestlichen Ufer, wenige Schritte über dem Meere, liegen zwei flache Wasserbecken. Das dem Strande näher liegende hat etwa einen Durchmesser von 8 Metern und 1 Meter Tiefe. Der Boden des Beckens ist mit feinem Granitsand bedeckt, aus welchem stellenweise Blasen eines geruchlosen Gases aufsteigen. Die Temperatur der Quelle fand ich (bei ziemlich bewegter Luft von +4·5° R.) +27° R. etwa 18 Centimeter unter dem Wasserspiegel. Das Wasser war klar und hell und hatte einen faden, schwach alkalischen Geschmack. Etwa zwanzig Schritte westwärts liegt ein zweiter etwas kleinerer Brunnen, dessen Becken am Rand und auf dem Boden mehr steinig ist, und dessen Spiegel und Ablauf von einer dicken gallertigen Algendecke von schmutzig braungelber Farbe bedeckt ist. Das Wasser dieser Quelle ist etwas wärmer, es zeigte +31·5° R.

Das Wasser setzt bei seinem Abflusse, etwa 30 Schritte von der Quelle, auf dem Granitgerölle einen weissen, ziemlich harten Sinter ab, welcher die Unterlage in staudenförmigen Gebilden überzieht. Von einer etwaigen Thermalspalte ist auch nicht die Spur zu sehen. Der um die Quellen auf etwa 2 Meter weit erwärmte Boden bringt um sie her eine verhältnissmässig üppige Vegetation hervor, ausser sehr frischen hohen Gräsern, unter welchen mir eine unserer heimischen Arundo pharagmites ähnliche Form auffiel, blühten eine Menge Blumen, Ranunculus, Viola, Pinguicula, Leontodon, Habenaria u. s. w., wodurch diese kleinen Oasen umsomehr aus der traurigen Öde abstachen. G. 15.

Es gelang mir, eine genügende Quantität Wasser aus der ersten Quelle mit nach Europa zu bringen, welche sowie die zugehörigen Sinter Herr Sanitätsrath Prof. Dr. Gintl zu analy-

siren die Güte hatte. Die Ergebnisse dieser Arbeit theile ich in der Anlage mit.

Die von mir beobachtete Temperatur der Quellen stimmt mit der von Graah mitgetheilten überein (Undersögelse Reise p. 32, + 27° R. und 32—33½° R.), doch erwähnte er einer dritten Quelle unmittelbar am Meere mit +26° R. Diese habe ich nicht gesehen, auch erwähnt H. Rink keiner solchen; es scheint mir, als habe Graah den durch das Geröll versteckten Abfluss der Quellen für eine eigene Quelle gehalten. Rink (Grönland III. p. 351 ff.) gibt die Temperatur auf 32—33½ Grad an, und bemerkt noch das Vorkommen kleiner Krebse in der wärmeren Quelle, was ich jedoch nicht beobachtete.

Die Thermen, welche nach dem oben citirten Chronisten ehedem als Heilquellen benützt wurden, werden von den in Lichtenau wohnenden Europäern nur selten, von den Eingeborenen wohl gar nie als Badeplätze benützt.

Es ist immerhin möglich, dass das bei Lichtenau anstehende Eruptivgestein in einem Zusammenhang mit den Thermen von Unortok stehen mag, wie etwa der Basalt mit ähnlichen europäischen Quellen in Verbindung steht.

Die Gegend von Julianehaab und der Igallikofjord.

Der Granit des Lichtenauer Gebietes fand sich auch noch auf einigen Inseln, welche wir nordwärts berührten, vor dem Eingange in den Julianehaabefjord hörte es jedoch auf und machte einem anderen Gestein Platz; ich war jedoch nicht so glücklich, die Trennungsstelle zu finden. G. 5.

Das in der Umgebung von Julianehaab bis an das Binneneis, soweit sich aus der gesammelten Erfahrung im Igallikofjorde erschliessen lässt, und weit nördlich vorherrschend auftretende Gestein ist ein Hornblende-Granit, welcher aus rothem oder röthlichem Orthoklas, grünlichweissem Quarz und schwarzem Amphibol besteht. Zuweilen ist weisser Oligoklas vorhanden. Orthoklas und Quarz sind die vorherrschenden Bestandtheile, die Hornblende tritt dagegen zurück, und verschwindet stellenweise gänzlich. Das in der unmittelbaren Nähe von Julianehaab auftretende Gestein erinnert sehr an den rothen Granit bei Eisenstock-Breitenbach im Erzgebirge, von welchem es nur durch

den Umstand verschieden ist, dass dort Amphibol vorhanden ist, wo hier Biotit auftritt. Dagegen wieder nähert sich das Gestein, namentlich auf den berührten äusseren Inseln, durch das Vorherrschen des Orthoklases und Zurücktreten des Quarzes, so dass hiedurch die Amphibolgehalt etwas hervortritt im Charakter mehr einen quarzführenden Syenit.

Das Gefüge des Gesteines ist grobkörnig. In der Gegend von Julianehaab kann man im Gemenge etwa zollgrosse rosen- oder fleischrothe Orthoklas-Individuen, manchmal in zahlreicher Menge im Gestein antreffen, sonst ist die Korngrösse ziemlich gleich. Da wo die Hornblende ganz verschwindet, sieht das Gestein einem Quarzporphyr von grobem Gefüge nicht unähnlich.

Fremdartige Einschlüsse habe ich nirgend wahrgenommen ausser einem derben lichtgelb-grünen Mineral, das im Gestein Schnüre und Adern bildet, und stellenweise, wie ich wahrnahm z. B. auf der Hollanderöe und Kinkigtok, etwa 1 Ctm. Stärke erreichte. Es erinnert dieses Mineral an das von Vivenot beschriebene ähnliche Vorkommen im Syenit von Blansko in Mähren. G. 31.

Während unseres Aufenthaltes in einem Hafen zwischen Julianehaab und Kagksimiut, der dermalen noch keinen Namen hat, brachte ein Eingeborener eine Handvoll Graphit auf das Schiff, welchen er auf seiner Insel gefunden haben wollte. Ich konnte nicht untersuchen, wie sich in der That die Sache verhalte, da ich nicht in der Lage war, sogleich mit ihm eine Reise nach dem Fundorte antreten zu können.

Der landschaftliche Charakter ist im Gebiete dieses Gesteines von jenem im Granitdistricte nicht verschieden, überhaupt stimmt die Absonderungs- und Lagerungsweise mit der beim Granit gewöhnlichen überein.

Auch diese Gegend ist reich an Dioritgängen, wie ich sie anderwärts bereits beschrieben habe.

Etwas auffälliges zeigt ein solcher ziemlich mächtiger Gang, welcher im Storefjeld aufrecht steht. Das Gestein dieses Ganges ist sehr dicht, eigenthümlich grob, schiefrig dunkel von Farbe, aber lichter gestreift, die Schieferflächen haben das Aussehen, als ob sie mit Chloritblättchen bestreut wären, und für den ersten Anblick erinnert das Gestein wirklich an einen Chlorschiefer.

Es scheint, dass der Diorit hier einer ähnlichen, nur noch nicht weiter vorgeschrittenen Umwandlung ausgesetzt sei, wie im Unortokfjord, denn auch dort ist das Gefüge des in Weichstein verwandelten Diorites ein schiefriges. G. 12.

Die ungeheure geologische Einförmigkeit des ganzen Districtes wird nur im Inneren der Fjorde, wie ich es wahrnahm zunächst im Inneren des Igallikofjordes, etwas unterbrochen.

Der Igallikofjord, welcher sich eigentlich bogenförmig zwischen dem Festlande und der Insel Akkia (Storeöe) bis Pardlät hinzieht, so dass der Julianehaaberfjord nur die äussere Hälfte desselben, und der Kakkortokfjord ein nördlicher Arm desselben ist, erstreckt sich von seinem inneren Begrenzungspunkte etwa acht geogr. Meilen landeinwärts, die nördlichen Gestade desselben sind bis vor seinem Ende sehr steil, so dass auf der ganzen Erstreckung kaum eine Stelle ist, welche eine Landung gestattet, die südlichere Lehne dagegen ist weniger steil und zeigt her hie und da etwas flaches Ufer. Am Ende wechselt das Verhältniss, dies nördliche Gehänge erweitert sich zu einem verhältnissmässig breiten und ebenen Landstrich, während dies südliche als ein steil aufsteigender Höhenzug landeinwärts verläuft.

Wie alle grösseren Fjorde günstiger für den Pflanzenwuchs sind, sie ist namentlich dieser dadurch ausgezeichnet, dass sich auf dem flachen Ufer ein für Grönland prächtiges Weideland ausbreitet, dessen Werth, wie die zahlreichen Ruinen von uralten Bauten beweisen, schon die alten normanischen Ansiedler zu schätzen wussten.

Im letzten Theile des Fjordes verschwindet der bis hieher stetig vorhandene Hornblendegranit unter sedimentären Gebilden, die einzigen, welche in Süd-Grönland vorkommen, und von welchen wir bereits von C. Pingel eine sehr ausführliche Beschreibung besitzen (C. Pingel, om den af Porphyrgange gjennembrudte röde Sandsteen i det sydige Grönland. Kjöbenhavn 1843). Es ist dies ein rother Sandstein, welcher sich bis hinüber an das Ufer des Tunudliorbikfjordes erstreckt und den Übergang in jenen gestattet, sich jedoch, wie Pingel von einem dänischen Colonieassistenten erfuhr, der eine Entdeckungsreise landeinwärts gemacht hatte, bis in den noch nördlicher gelegenen Serminalikfjord

erstreckt. Capitän Graah, welcher mit Pingel s. Z. diese Stätte besuchte, sah auf der Ostküste von Grönland auf Serketnua Halbinsel unmittelbar nördlich von Illuidlek roth und grün gestreifte Felsenmassen und erinnerte sich hiebei an das Vorkommen des Sandsteines im Igalliko auf derselben Breite im Westen. Die Verbreitung dieser sedimentären Formation wäre hiernach nicht auf einen engen Raum beschränkt, sondern würde sich über ganz Grönland erstrecken. Ich erlaube mir bei dieser Gelegenheit auf das ähnliche Verhältniss zwischen den Kohlenlagern von Disko und den beobachtetem Kohlenvorkommen am Cap Brewster zu erinnern.

Der Sandstein erhebt sich im Igalliko in drei Absätzen, welche gegen den Fjord steil abstürzen, aber nach Pingel ziemlich horizontal gelagert sind. Sie sind petrographisch von einander etwas verschieden. Der unterste Absatz, der sich am weitesten hervorschiebt, welcher zugleich die Ebene von Brattelid bildet, und unter dem Wasser selbst bis auf einige im Fjorde gelegene kleine Inseln fortsetzt, besteht aus einem festen feinkörnigen, vorherrschend rosen- oder fleischrothen Quarzit, der von lichteren, gelblichen Bänken durchzogen wird.

Die nächstfolgende Terrasse wird von einem Sandsteine gebildet, welcher vorherrschend dunkel ziegelrothe auch lichtstreifig, äusserst fein und gleichkörnig ist, und sich in die schönsten gleichförmigsten Platten spalten lässt, welche wie Backstein scharfkantig sind, und ein vortreffliches Baumaterial geben, dessen sich die Normanen sowohl als auch die jetzigen Bewohner bedienen. Derselbe ist vielfach senkrecht zerklüftet, und zerfällt hiedurch von selbst in natürliche prächtige Quaderblöcke.

Die oberste Abtheilung nimmt nach aufwärts immer mehr den Charakter eines Conglomerates an. Es finden sich anfangs einzelne Schnüre graulichweisser abgerundeter Quarzkörner in der braunrothen Sandsteinmasse ein, welche nach oben hin an Häufigkeit und Grösse zunehmen. Pingel bemerkte ausser diesen auch Bruchstücke der älteren Ablagerungen darin. G. 37.

Alle drei Stockwerke des Sandsteines werden durch verschiedene, von WSW in SSO, streichende Porphyrgänge durch-

setzt, deren zu höchst gelegner mächtigster von Pingel auf 60 Fuss mächtig angegeben wird.

Die Porphyrgänge sind in ihrer Farbe sehr verschieden, theils braun und roth, auch grün und grau. Letztere, deren Ähnlichkeit mit Melaphyren Pingel schon bemerkte, nehmen stellenweise auch einen phonolithähnlichen Charakter an, da sich aus der grauen sehr feinkörnigen Grundmasse gelblichweisse, sehr frische Orthoklaskrystalle abheben. Der Reichthum aller dieser Gesteine an Pyrit ist auch von Pingel schon hervorgehoben worden. G. 20.

Der Sandstein zeigt nirgends eine Spur von organischen Resten, eine Alterbestimmung der Ablagerung nach paläontologischen Aufschlüsse ist sohin nicht möglich. Wohl aber hat der schon wiederholt erwähnte erste Beobachter desselben bereits nach dessen Vorkommen im Vereine mit Porphyren auf die analogen Verhältnisse der unteren Dyas in Mitteldeutschland hingewiesen und die Ansicht ausgesprochen, dass der rothe Sandstein des Igalliko als ein Äquivalent des Rothliegenden aufzufassen sein dürfte.

Ich kann mich dieser Ansicht nur anschliessen, da ausserdem der petrographische Charakter des grönländischen Sandsteines ganz besonders an die Rothliegendgebilde in Deutschland, Böhmen und Mähren erinnert, was namentlich in den oberen beiden Stockwerken in die Augen fällt. Immerhin aber kann dies blos als eine Vermuthung Geltung haben, da ja der wichtigste Anhaltspunkt für die Altersbestimmung nicht beigebracht werden kann.

Gegenüber von Brattelid macht sich ein Hügel durch sein rauhes Aussehen und die dunkle Farbe seiner entblössten Wände bemerkbar. Ähnliche Stellen findet man auch weiter in der Mitte des Fjordes. Das Gestein, welches ich von ersterer Stelle erhielt, ist ein Amphibolit. Die Farbe des Amphibols ist dunkelgrün, die Individuen sind mikroskopisch klein, die unebenen Schieferflächen haben Seidenglanz und zeigen grössere und kleinere Körner, wie er scheint von einem Natronfeldspath, und flach linsenförmige Lamellen von Quarz, welche mit der Schieferstructur parallel liegen. Die Aussenseite der Gesteinsblöcke erhält dadurch ein rauhes Aussehen, dass durch die Auswitterung

des Feldspathes zwischen den härteren widerstandsfähigeren Gesteinstheilen Hohlräume bleiben und die Oberfläche der Blöcke so vielfache zellige Poren und Löcher besitzt.

Ob zwar das Gestein in der Mitte des Fjordes etwa auf dem nördlichen Gehänge desselben ganz so aussieht, wie der Durchbruch eines Eruptivgesteines, indem es sich durch sein abweichendes Aussehen auffällig von den Hornblende-Granitfelsen abhebt, sind doch wohl die an beiden Seiten des Igalliko vorkommenden Lagerstätten des Gesteins nichts anderes als die Reste einer grösseren Ablagerung von Amphibolschiefern, die, wie es den Anschein hat, bei Brattelid den rothen Sandstein noch unterteufen.

Die im Sandstein auftretenden Porphyrgänge lassen sich auch noch im Syenitgranit vielerorts beobachten, und der Porphyr scheint auf den Höhen des nördlichen Gehänges eine bedeutende Ausdehnung zu erlangen. Zu ihnen gesellen sich sodann noch mächtige Gänge von Diorit.

Eine Stelle der Nordseite, schon gegen die Mitte des Fjordes zu, welche wir ansegeln konnten, und die bei der Ebbe einige Fuss breit trockenen Raum bot, war durch einen 5—6 Klafter breiten Dioritgang, der senkrecht aufstrebend wie ein schwarzes Band den Syenitgranit durchsetzte, weithin bemerkbar. Der Diorit ist grosskörnig, zeigt die Gemengtheile unzweideutig, und enthält sehr vielen Pyrit.

Dicht daneben waren andere Gänge im Gesteine sichtbar. Ein graues Eruptivgestein durchsetzte flachfallend den Syenitgranit in einer Menge Apophysen. Ich war geneigt, das Gestein seines compacten Ansehens wegen, dann noch seiner Farbe und den eingesprengten Feldspathkrystallen, welche eine ziemlich parallele Lage nach $\infty P \infty$ in der Gesteinmasse einnehmen, für einen Phonolith zu halten, wurde jedoch später belehrt, dass dies ein grauer Feldspathporphyr sei. G. 19.

Oberhalb dieser grauen Gänge setzt quer durch ein wohl Klafter mächtiger schwebender Gang von rothem Porphyr. Dieser enthielt in einer graubraunen Grundmasse ungemein zahlreiche spiessige Krystalle von fleischrothem Orthoklas und daneben reichliche Massen von Pyrit eingestreut. Quarz ist nicht mit freiem Auge zu erkennen. Man sieht diesen Porphyr von

geeigneten Stellen auch anderwärts von den Höhen des Redekamp, welcher hier die Wasserscheide zwischen dem Igalliko und Tunudliorbik macht, herunterschimmern. G. 18.

Ähnliche Stellen finden sich auch noch weiter gegen die Mündung des Fjordes zu; man sieht hie und da dunkle Bänder von Dioritgäng oder rothe, braune, graue, solche von Porphyr mehr oder weniger steil über die Wände auf der Nordseite des Fjordes verlaufen, sie fehlen aber auch auf der Südseite nicht, nur fallen sie in Folge der flacheren Lage der Gegend weniger in die Augen.

Zu bedauern ist, dass es mir nicht möglcih war, auch den Tunudliorbik, und Kankerdluarsuk zu befahren, und überhaupt mehr Zeit auf die Untersuchung verwenden zu können, aber der Umstand, dass das Fahrzeug, welches uns aufgenommen hatte, jeden Augenblick bereit sein musste, seine Fahrt aufzunehmen, sobald nur günstiger Wind sich erhob, gestattete nicht, sich weit vom Hafen zu entfernen. So kam es, dass der längere Aufenthalt in Julianehaab nicht besonders ausgenutzt werden konnte, der übrigens auch durch viele Regentage beeinträchtigt ward, und dass es an den noch weiter berührten Punkten bei der Durchstreifung der nächsten Inseln bleiben musste.

Diese selbst aber boten wenig bemerkenswerthes. Der Hornblendegranit, aus welchen die berührten Plätze alle bis Kagksimiut bestanden, war vollkommen monoton, ja es war ihm nicht einmal ein Wechsel in der Textur abzusehen. Auch die noch hie und da bemerkbaren Dioritgänge boten nichts auffälliges weiter dar. G. 3, 31, 32.

Die allenthalben bemerkbare Analogie des Baues der äusseren Inseln mit den in ihrer Fortsetzung gelegenen Halbinseln, welche die Fjorde von einander trennen, lässt aber mit ziemlicher Gewissheit annehmen, dass auch das vorherrschende Gestein in den beiden vom Igalliko nördlich gelegenen Fjorden der Hornblendegranit des Julianehaaber Districtes sein möge. Der Umstand jedoch, dass der Kankerdluarsuk als Fundort des Eudyalites bekannt ist, welcher mit Arfvedsonit vergesellschaftet vorkommt, macht es wahrscheinlich, dass hier entweder das schon früher beschriebene Gestein des Kittisut, oder ein noch später von Nunarsoit zu erwähnendes im Fjorde vorkomme. G. 21, 37, 38.

Nachdem wir das Gebiet von Julianehaab verlassen, und in mehreren unwirthlichen Häfen Zuflucht genommen hatten, waren wir noch zweimal genöthigt im südlichen Districte den Anker fallen zu lassen, und zwar an der Insel Kagksimiut und auf Nunarsoit.

Erstere Insel gehört zu einer kleinen Gruppe, welche ihrer Lage nach die Ausläufer der nördlichen Begrenzung des grossen Serminalikfjordes bildet. Sie selbst und die ihr zunächst gelegenen Inseln sind niedrig, ziemlich kahl und öde, und bestehen aus Granit. Auffällig ist die plattige Absonderung dieses Gesteines, welche namentlich am Hafen deutlich hervortritt. Das hier in drei Absätzen amphitheatralisch aufsteigende Ufer lagert auf breit vortretenden Granitplatten, die sich flach unter den Wasserspiegel senken, so dass dieselben bei der Fluth vom Wasser bedeckt werden, was dieselben von allem von den Eingeborenen darauf geworfenen Schmutz und Unrath wieder befreit, wodurch dieser Platz ein für Grönland auffällig reinliches Aussehen erlangt.

An einigen Stellen vor dem Dorfe fand ich den Granit von dunklen schwebenden Gängen durchsetzt, welche Granitbrocken eingeschlossen enthielten, und die ich für Syenit halten möchte, da man Amphibol und Orthoklas in den grobkörnigen Gemengen deutlich unterscheidet. Sonst bietet die Gegend nichts Auffallendes dar.

Der letzte Aufenthalt, welchen wir nahmen, war im Aurorahafen an der Insel Nunarsoit. Die Insel selbst trägt hohe Felsenberge, darunter den grottesken, weithin sichtbaren Malenefjeld, welcher als ein stumpfer Obelisk alle anderen überragt. Zwischen den Bergen schieben sich tiefe Buchten in die Insel ein, nur eine sehr schmale Strasse trennt sie von dem gleichfalls vielfach zerschlitzten Festlande.

Die Änderung im Gestein fiel mir von weitem schon dadurch auf, dass an den Abstürzen und vor den Schluchten in den Bergen Schuttkegel liegen, was im Granitgebiete nicht zu bemerken war, und das auf ein leicht verwitterbares Material hindeutete. G. 40, 41.

Die hiedurch erregte Vermuthung fand ich bestätigt, als ich den Aufenthalt zu einem Gang ans Land benützte. Das an-

stehende Gestein schien mir allerorts ein wirklicher Syenit zu sein. Es bestand vornehmlich aus Orthoklas und einem schwarzen Amphibol; Quarz fand ich erst später im Gemenge auf. Der Gruss, mit welchem die Berglehnen bedeckt waren, hatte eine braungelbe Farbe und erinnerte mich lebhaft an die aus verwittertem Syenit gebildeten Grusslager in der Gegend von Brünn. Die Hornblende war in eine braune sehr eisenschüssige Masse umgewandelt, während der Feldspath noch ziemlich compact war.

Das an und für sich grobkörnige Gestein, welches hin und wieder grosse Amphibolindividuen erkennen lässt, nimmt an Grösse der Gemengtheile ganz beträchlich zu, so dass dieselben zoll- und faustgross werden.

Bei der näheren Untersuchung des Amphiboles zeigte derselbe vor dem Löthrohr ein sehr auffälliges Verhalten, er schmilzt in dünnen Splittern schon in der Flamme und kocht bei stärkerem Erhitzen durch Blasen lebhaft auf, die geschmolzene Kugel ist magnetisch, dass ich ihn für Arfvedsonit halten muss. G. 2.

Darnach hätten wir es hier mit einem neuen Gestein zu thun, welches sich von den analogen Amphibolgesteinen dadurch wesentlich unterscheidet, dass der Amphibol durch das isomorphe Mineral ersetzt würde.

Über die Verbreitung des Gesteines kann ich eben nur anführen, dass wohl die Nordseite der Insel und das zunächst gelegene Festland aus diesem Gesteine bestehen; ob dasselbe süd- oder nordwärts weiter noch fortsetzt, ist mir nicht klar geworden, da weitere Untersuchungen der Gegend durch die Fortsetzung der Reise abgeschnitten wurden.

Hiemit bin ich zum Schluss meines Berichtes über den geologischen Bau der Südspitze von Grönland gekommen, das von uns in der Colonie Frederikshaab (63° n. B.) noch einmal berührte Festland liegt schon ausserhalb derselben und ist durch den dazwischen liegenden Küstenstrich, der nicht betreten wurde, zu weit getrennt. Leider blieb auf diese Art der hoch interessante Arksutfjord ununtersucht, da ein günstiger Wind gerade hier das Schiff in rascher Fahrt vorüberführte. Mit wenigen Worten sei erwähnt, dass die Colonie Frederikshaab

von Granitbergen umgeben wird, durch welche basaltähnliche und dioritische Eruptivgesteine brechen. Erstere bilden einen durch seine Form leicht erkennbaren Berg im Süden der Colonie, den sogenannten Rodenfjeld (zernagten Felsen), welchem Aussehen das dunkle rauhe Aussehen der Masse auch entspricht. Letztere treten am Hafen unmittelbar in der Wasserlinie in schwebender Lage heraus und sind dunkelschwarze Massen, die in den Salbändern fast nur Amphibol erkennen lassen.

Fassen wir das vorstehend über den geologischen Bau der Südspitze Grönland weitläufig Auseinandergesetzte kurz zusammen, so können wir sagen: Die Südspitze Grönlands mit den dazu gehörigen Inseln stellt ein Massiv dar, in welchem das Gletschereis sowohl nach seiner Verbreitung als auch wegen seiner Einwirkung auf die Gestaltung der Oberfläche des Landes als Gebirgsart den ersten Platz einnimmt. Die Unterlage desselben bilden zumeist krystallinische Massengesteine, vorzüglich Granit in verschiedenen Arten, der durch Diorite und Porphyre gangförmig durchsetzt wird. Krystallinische Schiefer treten sehr untergeordnet auf den äusseren Inseln auf, oder sind vielleicht im Inneren versteckt. Sedimentäre Schichten fehlen bis auf den rothen Sandstein im Igalliko gänzlich, ebenso sind Gebilde, welche man den Diluvialgebilden anderer Erdstriche gleichstellen könnte, ausser Gletscherspuren nicht vorhanden.

NACHTRAG.

Bei meinem jüngsten Aufenthalte in Kopenhagen hatte ich nicht nur Gelegenheit, das mineralogische Museum daselbst zu besuchen, sondern auch mit Herrn Justizrath Dr. H. Rink in persönliche Beziehungen zu treten. Ersteres war nicht in der Lage, mir wesentlich Neues aus Süd-Grönland zu zeigen, da sowohl die Giesecke'sche als Rink'sche Sammlung zumeist in den nördlicheren Districten von Grönland geschaffen wurde. Letzterer versah mich jedoch für meine Arbeit mit einer sehr werthvollen Quelle, einer Abschrift des Tagebuches von C. Giesecke.

Dieser Gelehrte hielt sich von 1806—1812 der mineralogischen Durchforschung wegen in Grönland auf. Seine Beobachtungen wurden jedoch nur in wenigen Notizen in englischen Fachschriften veröffentlicht. Die angelegten Sammlungen finden sich theils in Kopenhagen, theils in Dublin. Das nie im Druck veröffentlichte Reisetagebuch C. Giesecke's befindet sich in einem eigenhändig geschriebenen Exemplare im Besitze der königl. dänischen grönländischen Handelsgesellschaft. Nach diesem ist die nun in meinem Besitze befindliche Copie ausgefertigt.

Man muss staunen, mit welchen unendlichen Mühen und Gefahren C. Giesecke seine Erfahrungen gesammelt hat, leider sind sie nur in einzelnen Fällen zu gebrauchen, abgesehen davon, dass man in vielen Fällen vergebens nach dem bezeichneten Orte sucht, indem die Namen derselben sich auf der Graah'schen Karte nicht finden, und offenbar an manchen Stellen irrthümliche Ortsbezeichnungen unterlaufen, sind unsere petrographischen Ansichten auch von jenen der damaligen Zeit etwas verschieden, und diese nicht ganz stichhältig. Auch weiss wohl jeder Fachmann, dass die Bezeichnung im Tagebuch von dem, was spätere Untersuchung ergibt, oft wesentlich abweicht. Dennoch geht daraus hervor, dass meine eigenen Beobachtungen von jenen Giesecke's nicht besonders abweichen, in vielen Fällen werden sie, wie natürlich, wesentlich unterstützt. Ich glaube, für die Fälle, wo ich mit Giesecke dasselbe Land betrat, dessen Beobachtung im Auszuge aus seinem Tagebuche mittheilen zu sollen. Da er nicht wie ich von Osten nach Westen, sondern den umgekehrten Weg reiste, berührte er natürlich die von uns zuletzt betretenen Punkte zuerst, und umgekehrt.

In meinem vorhergehenden Aufsatze habe ich nun dadurch auf Giesecke's Beobachtungen hingewiesen, dass ich ein G. und Zahlzeichen dasusetzte, welches sich im Folgenden an der entsprechenden Stelle wieder findet.

Auszug
aus dem mineralogischen Reisejournal über Grönland,

gehalten

von **Carl Ludwig Gisecke,**
königl. preuss. Bergrath.

1806.

C. Gisecke ist in der Colonie Frederikshaab gelandet und setzt von da auf Kpt. Kettelsen's Schiff die Reise südwärts nach Julianehaab fort. Sie passiren Arksut und gelangen bis in Sicht von Nunarsoit, wo sie von Stürmen aufgehalten werden.

G. 1. 23. Juni findet G. auf einer Insel nördlich von Nunarsoit Zirkonsyenit unter den nämlichen Umständen, wie er sich bei Friederichsvärn in Norwegen findet. — (Das Gestein habe ich in Kopenhagen gesehen, es ist vollkommen dasselbe, das ich zwischen Nennortalik und Friedrichsthal fand. Nach G. tritt das Gestein in breiten Gängen auf.)

G. 2. 1. Juli. Excursion auf Nunarsoit. Vorwaltende Gesteinsart Granit, grobkörnig, sehr eisenschüssig und bröckelig, Gänge und Adern von 2 Fuss Breite, welche von röthlichem Feldspath ausgefüllt sind, in welchem grosse Hornblendekrystalle von rabenschwarzer Farbe liegen, die sehr leicht schmelzbar sind (Arfvedsonitgestein).

G. 3. 8. Juli. Das Schiff erreicht bei gutem Winde Holländeröe, wo es durch Sturm aufgehalten wird. Die Steinart der flachen Vorgebirge, welche wir von Nunarsoit an durchsegelt hatten, ist sich durchaus ähnlich und besteht aus Granit mit rothem Feldspath, grauem Quarz und grünlichem Glimmer, welcher zuweilen in Talk übergeht. Die Hornblende, die aller Orten sichtbar ist, kommt hier ungleicher vertheilt und mehr partien- und lagerweise vor.

G. 4. 12. Juli. Julianehaab. Bei der Excursion, welche ich hier zuerst vornahm, fand ich Granit als herrschende Gebirgsart, in welcher der Feldspath vorherrschend ist. Der Syenit liegt lagerweise mit ganz weissem Feldspath drinnen. (Syenit scheint er syenitähnliche Partien im Hornblendegranit zu nennen.) Das Folgende ist etwas unklar und

scheint sich auf den Storefjeld zu beziehen. — G. spricht von einem ungleich breiten Trappgang, welcher den Berg von NW.—SO. durchsetzt. — Den eingelagerten Syenit durchsetzt trümmerweise Chloritschiefer und Feldspath, der auf der Oberfläche stark gestreift und fettglänzend ist.

19. Juli setzte G. seine Reise im Weiberboot nach Süden fort, landet

G. 5. 20. Juli in Lichtenau. Die Hauptgebirgsart in dieser Gegend ist Syenit mit lichtröthlichen breiten Granitgängen, welche aus schneeweissem Feldspath, grünlichem Glimmer und graulichschwarzem Quarz bestehen. (Darnach reicht der Hornblendegranit von Julianehaab sehr weit nach Süden.)

G. 6. 21. Juli von Lichtenau nach Nennortalik. Die Gesteinsart der Inseln ist röthlicher, eisenhältiger (?) Granit.

G. 7. 23. Juli auf der Südseite von Sedlevik (G. Pomisuk, rect. Pamiadluk). G. beobachtete auf der Reise hieher Gneiss und Granit.

G. 8. 25. Juli. G. machte eine Excursion um die Insel und fand auf der Seite gegen die See zu (also Süd) einen Gang von grünsteinartigem Basalt bis 3 Lachter mächtig und grosse glasige Feldspathkrystalle darin. Er ging von Nordwest nach Südost. (Derselbe, den ich auf der Nordseite antraf.)

G. 9. 26. Juli. Konnte des Eises wegen nicht in den Iloafjord gelangen, verfolgte die Strasse W. zwischen den Cap Farwell-Inseln und Christiansland. Das Hauptgebirge ist durchaus Granit, meistens mit beigemengtem Granat.

G. 10. 27.—30. Juli. Unter schweren Mühen wird die Reise fortgesetzt, da Sturm und Regen dawider sind. Es scheint, dass G. ziemlich denselben Weg nahm, welchen wir fanden. Die von ihm gebrauchten grönländischen Ortsbezeichnungen sind nicht verständlich, jedoch beschreibt er den Granit des Christianslands mit mir übereinstimmend, auch Granit mit Granat übermengt. Sodann schreibt er: Gegen Abend fuhren wir durch einen Fjord, welchen quer ein Basaltzug von Nordost nach Südwest durchschneidet. Dieser führte uns nach einem schmalen Löb (Strasse), der nach der offenen See geht etc.

G. 11. 1. August konnte G. mit sehr schwerer Mühe die eine der Allukinseln erreichen, musste sich jedoch eiligst zurückziehen, da das Eis gefährlich wurde. An einer Stelle, wo er ans Land stieg, fand er Granit. (Ein Pegmatitgranit, wie auf der Klippe bei Cap Hvidtfeld scheint hier auch vorzukommen.)

G. 12. G. sah sich genöthigt, hier umzukehren, da er weder mit Proviant noch anderen Mitteln versehen war, und das Eis immer bedrohlicher wurde. Den 2. August übernachtete er allem Anschein nach in der Badebucht, er erwähnt wenigstens des mit Gletscherwasser gespeisten Landsees.

G. 13. 4. August langte G. wieder in Nennortalik an. Den Gneiss fand er noch weit südlicher anstehen. Nennortalik besteht aus Granit mit grossen Gneiss- und Syenitlagern, auf der Nordostseite der Insel wird der Granit minder sichtbar, „als ob ihn der Gneiss verdrängt und zu einer untergeordneten Gebirgsart gemacht hätte“.

G. 14. 9. August. Auf Sermensoak (früher Cap Farwell genannt). Die Hauptsteinart ist feinkörniger Granit (soll wohl richtig heissen Gneiss) mit grossen Adern von Granit und vielen Quarzlagern. Ist nach mehreren Richtungen doch vorzüglich senkrecht von breiten Trappgängen durchzogen.

G. 15. 10. August. G. besucht Unortok, badet in der Quelle. Er fand die Temperatur bei +10° R., Luft +32° und 30°. Ein starker Regenguss erniedrigte in 15 Minuten die Temperatur der Quelle auf +24° R. — G. will ebenfalls drei Quellen gesehen haben.

G. 16. 12. August reiste G. von Lichtenau nach Julianehaab. Er fand an allen Punkten, wo er ans Land stieg, Granit mit rothem Feldspath und Hornblende und Gänge eines dunklen Eruptivgesteins, welches er für Basalt hielt.

G. 17. 15. August. G. unternimmt einen Ausflug in den Igallikofjord.

G. 18. 16. August. G. besteigt den Redekamp. Die Hauptgebirgsart ist Granit, abwechselnd mit Syenit und Gneis. Im ersteren findet sich weissgrauer Labrador und Adern von rothem Granit, welche ihn nach allen Richtungen durchsetzen (soll wohl Porphyr heissen).

G. 19. 17. August. Weiterreise in den Igalliko. Als Gebirgsarten werden Syenit und Hornblendeschiefer angegeben. G. bemerkt stellenweise ungeheure Trapplager und braunrothe Trappgänge, welche als Farbe hätten Verwendung finden können. (Solche wurden mir nicht bekannt.)

G. 20. 18. August. G. beobachtet in der Umgegend von Brattelid Porphyrgänge und Kuppen im und auf dem Syenit. Die übrigen Bemerkungen sind nicht recht klar, und ziemlich oberflächlich.

Hier ist das erstemal von dem bekannten norwegischen Gebäude die Rede, welches bei hoher See untertaucht.

G. 21. 27. August besucht G. den Kangerluarsukfjord. Er fand als Hauptgebirgsart des von ihm bestiegenen Nunasuruk Gneiss, wovon ein Handstück in Kopenhagen vorhanden. Am Fusse des Berges tritt das granitähnliche Eudyalitgestein in einzelnen Kuppen auf.

G. 22. 29.—31. August. G. bereist den Tunudliorbik, dessen Hauptgestein Syenit ist, am 31. August gelangt er über Land in den Igalliko.

G. 30. 1. September. Auf der weiteren Untersuchung des Tunudliorbik beobachtete G. den rothen Sandstein des Igalliko.

Die weiteren Beobachtungen Giesecke's beziehen sich auf Gegenden, welche ich nicht betrat, indem er zumeist innerhalb der Fjorde und Inseln nordwärts von Julianehaab reiste, am 10. September erreichte er Frederikshaab, wo er durch die vorgeschrittene Jahreszeit gezwungen wurde, seine Beobachtungen einzustellen. — Es geht aus dem Ganzen hervor, dass der Julianehaaber Granit an der Küste allerorts vorkommt.

Die gesammelten Erfahrungen vervollständigte G. durch eine neuerliche Bereisung des Districtes 1809. Wir entnehmen aus den Aufzeichnungen:

G. 31. 23. Juni passirte G. Nunarsoit; die auf dem weiteren Wege nach Süden betretenen Inseln zeigen Hornblendegranit, und Einlagerungen eines grünen Minerals, welches Giesecke für Jaspis hält.

G. 32. Den 25. Juni war man gezwungen, auf Pardlät (G. Pädlit) zu bleiben. Hier beobachtet G. porphyrartige Grünsteingänge, Syenit in kleinen Lagen.

G. 33. 7. Juli. Akkia südlich von Julianehaab führt feinkörnigen Granit und Hornblendeschieferlager. Kangek besteht aus grobkörnigem Granit.

G. 34. 10. Juli besucht G. Sermersoak. Diesmal gibt er feinkörnigen Granit, grosse Urgrünstein-Glimmerschiefer- und Quarzlager als Gesteine an. Von hier kehrte er über Unortok nach Lichtenau zurück.

G. 35. 12. Juli. G. beobachtete Hornblende und Grünstein im Innern des Lichtenauerfjordes.

G. 36. 13. Juli. G. passirte zwischen Lichtenau und Julianehaab eine Gegend, wo er Glimmerschiefer und Amphibolit antraf, dessen sich die alten Normanen zu ihren Bauten bedienten.

G. 37. 15. Juli. G. untersucht Kikkertarsoak bei Julianehaab. Er findet im Granit Grüngesteingänge, welche stellenweise im Talkschiefer verwandelt sind, und kehrte sodann in die Colonie zurück.

G. 38. 26. Juli verliess G. die Colonie und bereiste neuerlich den Tunudliorbik und den Igalliko. Erst auf dieser Reise wendete er seine Aufmerksamkeit dem rothen Sandsteine zu. Er findet ihn in Hornstein stellenweise übergehend, sowie die im thonigen Sandsteine liegenden Quarzgeschiebe.

Weitere Bemerkungen beziehen sich lediglich auf die Vegetation und die normanischen Ruinen.

G. 39. 28. Juli. G. versuchte an diesem Tage aus dem östlichen Arme des Tunudliorbik auf das Binneneis zu gelangen, stand jedoch bald, durch einen tiefen Schrund aufgehalten, von dem Vorhaben ab. Der Granit dieses Armes des Tunudliorbik enthält vielerlei Mineralien als Einschlüsse.

G. 40. 30. Juli. G. reist in den südlichen Arm des Igalliko. Röthlicher Granit und Hornsteinporphyr „mit grünlichen 6seitigen talkartiger Prismen“ (Gieseckit) wurden angetroffen.

G. 41. 30. Juli—4. August reiste G. nordwärts zwischen Land und Inseln. 6. August gelangte G. in die Strasse Torsukatek zwischen Nunarsoit und dem Festlande und fand auf beiden Seiten des Sundes Syenit und Urgrünstein bis sehr eisenschüssig und stark verwittert.

G. 42. 7. August schreibt G., dass er die Strasse Torsukatek passirte, und als einzige Gebirgsart bröcklichen Syenit und etwas Grünstein in Gängen gefunden habe. In ersteren ist fleckenweiss grüner Feldspath und gangweise (?) grossblätterige Hornblende mit blauem Strich eingewachsen (Arfvedsonit). Von hier setzt G. nach den Kitiksutinseln über, welche Nunarsoit gegenüberliegen; die Felsen bestehen aus Syenit und Magneteisenstein. Der Zirkon findet sich vorwaltend da, wo die Hornblende häufiger ist.

Von hier setzte G. seinen Weg nordwärts fort.

Ein Weiteres über Giesecke's Reise mitzutheilen, ist unnöthig. Es geht aus dem Mitgetheilten hervor, dass meine, wenn auch flüchtigen Beobachtungen immerhin richtig waren. Einzelne kleine Abweichungen aber dürften sogar dadurch verschwinden, dass man annimmt, Giesecke's Ansicht über den entscheidenden Charakter der Felsart ist noch kein so stricter gewesen, als wir ihn jetzt zu fassen suchen, namentlich scheint er nur auf charakteristische Partien den Namen gelegt zu haben, so dass er z. B. den Hornblendegranit, in dem der Quarz vor dem Orthoklas und Amphibol zurücktritt, als Syenit auffasst, auch da, wo er mit deutlichem Granit zusammenliegt, daher sein Ausdruck: „Syenit in Lagen" u. s. w. Dass Giesecke über den differenten Charakter des Grünsteins nicht orientirt sein konnte, liegt auf der Hand, und es ist auch erklärlich, dass ihm mancher als Basalt unterlief. Zudem war sein Augenmerk ja auf mineralogische und nur in zweiter Linie auf geologische Forschung gerichtet.

Für mich war die Bekanntschaft mit den Erfahrungen dieses eifrigen und gewissenhaften wissenschaftlichen Forschers in Grönland von grossem Interesse, und Herr Justizrath Dr. H. Rink hat mir dadurch, dass er mich in den Besitz des Giesecke'schen Tagebuches setzte, meine Arbeit wesentlich gefördert, wofür ich ihm, sowie für manche andere Beweise freundlichen Wohlwollens, dankbar verpflichtet bleibe.

Beilage.

Resultate der Analyse des Wassers von Unortok.

Von Prof. Dr. **Wilh. Gintl.**

Das der Untersuchung unterworfene Wasser, von dem im Ganzen nur etwa 3 Liter zur Verfügung standen, war farblos, klar und geruchlos Es zeigte nur Spuren eines fast völlig verbrennbaren Sedimentes. Die Reaction war kaum merklich sauer und verschwand beim Kochen nicht.

Bei der qualitativen Analyse konnte nachgewiesen werden: Eisenoxydul, Thonerde, Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium, dann Kieselerde, Schwefelsäure, Chlor, Kohlensäure und Fluor. Brom oder Jod konnte mit Sicherheit nicht erkannt werden, ebenso wenig liess die spectroskopische Untersuchung irgendwie die Gegenwart anderer Alkali- oder alkalischer Erdmetalle nachweisen. Phosphorsäure war gleichfalls nicht nachweisbar. Beim Erhitzen liefert das Wasser nur geringe Mengen von Gasen, die nur Spuren von Kohlensäure enthalten und trübt sich selbst bei längerem Kochen nicht.

Das specifische Gewicht wurde bei 18·4° C. zu 1·000967 gefunden.

Die quantitative Analyse ergab folgende Resultate:

		pro mille
a)	An fixem Rückstand bei 180° C. trocken, wurden gefunden	1·001400
b)	An Chlor, als Chlorsilber gewogen	0·516879
c)	An Schwefelsäure, als Baryumsalz gewogen	0·073683
d)	An Kieselerde	0·052600
e)	An Kalkerde, als oxals. Salz abgeschieden und als schwefelsaures gewogen	0·155640
f)	An Magnesia, als pyrophosph. Salz gewogen	0·004636
g)	An Natron, als schwefelsaures Salz gewogen und indirecte bestimmt	0·312194
h)	An Kali, wie oben, als schwefels. Salz gewogen und indirecte bestimmt	0·024210

Eisen und Thonerde, sowie Fluor und Kohlensä
nen Wassermenge nicht bestimmt werden.

Aus diesen Resultaten der directen Bestimmung
Es enthalten 1000 Gramme des Wassers

Calciumsulfat ...	= 0·125251	Grm.	mit	0·073683 S 0·051568 (
Calciumchlorid ..	= 0·206285	"	"	0·074337 (0·131948 (
Magnesiumchlorid	= 0·011008	"	"	0·008227 (0·002781 I
Kaliumchlorid ...	= 0·040283	"	"	0·021090 I 0·019193 (
Natriumchlorid ..	= 0·589138	"	"	0·357511 (0·231627 I
Kieselerde	= 0·052600	"	"	0·052600 I
Somit in Summa..	1·024565	Grm.		

Hievon ab die dem Chlor = 0·516879 entsprechende

der direct bestimmten Bestandtheile, einschliesslich ei
0·02421 Grm.; hiebei sind Eisen, Thonerde, Fluor

Die Summa der fixen, bei 180° C. getrocknet
der aus den Bestimmungen berechneten, wie 1·0014
die nicht bestimmten Bestandtheile ergibt.


Skizze ei
SÜDSPI
auf G
Binnen-Eis
Pfingstkap
Kutek
Kutek
61°
60°30
60°
45°
42°

geringen Quantitäten wegen in der zur Verfügung gestande-

amensetzung des Wassers wie folgt:

0·073683 Schwefelsäure
= 0·155640 Calciumoxyd
= 0·140175 Chlor.........
= 0·004636 Magnesiumoxyd
= 0·025400 Kaliumoxyd
= 0·376704 Chlor .... } = 0·516879 Chlor
= 0·312194 Natriumoxyd
= 0·052600 Kieselerde
1·141032
= 0·116480
.. 1·024552 Grm. als Summe

l190 Grm. an Kaliumoxyd, gegen das directe gefundene per
timmbar nicht in Rechnung gesetzt.
nach Abzug des geringen Kaliumüberschusses von der Summe
ein Bestimmungsfehler von +0022185 p. m. ungerechnet

XVII. SITZUNG VOM 19. JUNI 1873.

Der Secretär legt zwei Denkmünzen vor, wovon die eine aus Anlass der Säcularfeier der k. belgischen Akademie der Wissenschaften und Künste, und die andere zur Erinnerung an den tausendjährigen Bestand des norwegischen Reiches geprägt worden ist. Erstere wurde von der Akademie zu Brüssel und letztere von der Universität zu Christiania eingesendet.

Derselbe legt ferner folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Normaler Blüthen-Kalender von Österreich-Ungarn. Reducirt auf Wien". III. Theil, vom Herrn Vice-Director K. Fritsch in Salzburg.

„Beiträge zur Chemie der Knochen", von den Herren Professor Dr. R. Maly und Dr. Jul. Donath in Innsbruck.

„Über eine neue Curve sechsten Grades", vom Herrn Jos. Wesely, Bibliothekar der polytechnischen Institute in Prag.

„Über einige Anwendungen der Luftreibung bei Messinstrumenten", vom Herrn Prof. A. Toepler in Graz.

Diese Mittheilung ist für den Anzeiger bestimmt.

Herr Prof. Dr. Ed. Suess legt eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung: „Die Erdbeben Nieder-Österreichs", vor.

Herr Dr. Joh. Holetschek, Assistent an der k. k. Wiener Sternwarte, überreicht eine Abhandlung: „Bahnbestimmung des ersten Kometen vom Jahre 1871".

Herr Dr. K. Heitzmann theilt die Ergebnisse von Versuchen über die Wirkung der Milchsäurefütterung auf Thiere mit.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Anstalt, k. ungar. geologische: Mittheilungen aus dem Jahrbuche. I. Band, 2. Heft. Pest, 1872; gr. 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 17. Wien, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1943—1944. (Bd. 81. 23—24.) Altona, 1873; 4°.

Ateneo Veneto: Atti. Serie II. Vol. VIII. 1870—71. Venezia, 1873; 8°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLVII. Nr. 185. Genève, Lausanne, Paris, 1873; 8°.

Christiania, Universität: Akademische Schriften aus den Jahren 1869—1872. 4° & 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVI. Nr. 22. Paris, 1873; 4°.

Gerdts. A. E., Rationelle Heilung des Stotterns und Kräftigung der Sprachorgane zur Selbsthilfe. Siegburg, 1873; 8°.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. Bd. XVI (neuer Folge VI), Nr. 5. Wien, 1873; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 23—24. Wien, 1873; 4°.

Hirsch, A., et E. Plantamour, Nivellement de précision de la Suisse exécuté par la Commission géodésique fédérale. 4e Livraison. Genève, Bale, Lyon, 1873; 4°.

Hoffmann, Joseph, Das Wiener k. k. allgemeine Krankenhaus. Wien, 1873; 8°.

Institut, Königl. Preuss. geodätisches: Astronomisch-geodätische Arbeiten im Jahre 1871. Leipzig, 1873; 4°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo II°, Serie IV°, Disp. 6°. Venezia, 1872—73; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 12. Graz, 1873; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k. in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1873, Nr. 9. Wien; 8°.

Liais, Emmanuel, Climats, Géologie, Faune et Géographie botanique du Brésil. Paris, 1872; gr. 8°.

Nature. Nrs. 188—189, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Prochaska, A., die Firma Joh. Dav. Starck, und ihre Berg-Mineral-Werke und Fabriken. Pilsen, 1873; 8°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger.“ IIe Année, 2e Série, Nrs. 49—50. Paris, 1873; 4°.

Société géologique de France: Bulletin. 2e Série, Tome XXIX. 1872. Nrs. 1—7; 3e Série, Tome Ier. 1873. Nrs. 1—2. Paris; 8°.

Society, The Royal Dublin: Journal. Vol. VI, Nr. 2. Dublin, 1872; 8°.

Verein für siebenbürgische Landeskunde: Archiv. N. F. X. Bd., 2. & 3. Heft. Hermannstadt, 1872; 8°. — Jahresbericht für das Vereinsjahr 1871/72. Hermannstadt; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang Nr. 24. Wien, 1873; 4°.

XVIII. SITZUNG VOM 26. JUNI 1873.

Herr Dr. K. Heitzmann legt eine Abhandlung: „Über die Lebens-Phasen des Protoplasmas" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXVI, Sess. 4ª. Roma, 1873; 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 18. Wien, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1945. (Bd. 82. 1.) Kiel, 1873; 4°.

Buffalo Society of Natural Sciences: Bulletin. Vol. I. Nr. 1. Buffalo, 1873; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVI, Nr. 23. Paris, 1873; 4°.

Gesellschaft der Wissenschaften, Königl. böhmische: Abhandlungen vom Jahre 1871—1872, VI. Folge. V. Band. Prag, 1872; 4°. — Sitzungsberichte. Jahrgang 1871; Jahrgang 1872, Januar—Juni. Prag; 8°. — Základy starého místopisu Pražského. Oddíl III, IV, V. W Praze, 1872; 4°. *Regesta diplomatica nec non epistolaria Bohemiae et Moraviae. Pars II. Vol. 1 & 2. Pragae, 1872;* 4°.

— Deutsche geologische: Zeitschrift. XXIV. Band, 4. Heft; XXV. Band, 1. Heft. Berlin, 1871 & 1873; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Band, Nr. 12. Wien, 1873; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrg. Nr. 25. Wien, 1873; 4°.

Horsford, E. N., Address at the Morse Memorial Meeting in Faneuil Hall, April 16, 1872. Boston, 1872; 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie & verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XXXIX, Heft 4. Speyer, 1873; 8⁰.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band VII, 4. Heft. Leipzig, 1873; 8⁰.

Lipschitz, R., Extrait de six mémoires publiés dans le Journal de mathématique de Borchardt. Paris; 8⁰.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873, Heft VI. Gotha; 4⁰.

Moniteur scientifique du Dr. Quesneville. 17e Annèe, 3e Série. Tome III. 378e Livraison. Paris, 1873; 4⁰.

Nature. Nr. 190, Vol. VIII. London, 1873; 4⁰.

Pettenkofer, Max von. Über Nahrungsmittel im Allgemeinen und über den Werth des Fleischextractes als Bestandtheil der menschlichen Nahrung insbesondere. Braunschweig, 1873; 8⁰.

Redtenbacher, Anton, Die Cephalopodenfauna der Gosauschichten in den nordöstlichen Alpen. (Abhlgn. der k. k. geolog. Reichsanstalt. Bd. V, Heft Nr. 5.) Wien, 1873; Folio.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". IIe Année, 2e Série, Nr. 51. Paris, 1873; 4⁰.

Scacchi, Arcangelo, Note mineralogiche. Memoria prima. Napoli, 1873; 4⁰.

Société Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XVIIe Année, Nr. 2. Constantinople, 1873; 4⁰.

Strohecker, J. Rud., Über die Krystallisation des Wassers. (Aus „Die Natur" Jahrg. 1873, Nr. 10—12.) 4⁰.

Tommasi, D., Sur les dérivés acides de la naphtylamine. Paris; 4⁰.

Verein, naturwissenschaftlicher, in Hamburg: Abhandlungen. V. Band. 3. Abth. Hamburg, 1872; 4⁰. — Übersicht der Ämtervertheilung und wissenschaftl. Thätigkeit des Vereins im Jahre 1871. 4⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 25. Wien, 1873; 4⁰.

Woldřich, J., Geologischer Bericht über den Brüxer Schädel etc. Wien, 1873; 8⁰.

Wolf, Rudolf, Astronom. Mittheilungen. XXXIII. März 1873; 8⁰.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXVIII. Band.

ERSTE ABTHEILUNG.

7.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

XIX. SITZUNG VOM 10. JULI 1873.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Die Atakamit-Krystalle aus Süd-Australien", vom Herrn Oberbergrathe und Prof. Dr. V. R. v. Zepharovich.

„Ursachen des Erdbebens", vom Herrn Jos. Kregau, Diurnist beim Landesausschusse in Görz.

Herr Regierungsrath Dr. K. v. Littrow berichtet über eine neuerliche, durch Herrn W. Tempel in Mailand am 3. Juli d. J. gemachte Entdeckung eines teleskopischen Kometen.

Herr Oskar Simony, stud. phil., macht eine vorläufige, für den Anzeiger bestimmte Mittheilung über eine neue Moleculartheorie unter Voraussetzung Einer Materie und Eines Kraftprincipes.

Herr Prof. Dr. Jos. Boehm legt eine Abhandlung: „Über das Keimen von Samen in reinem Sauerstoffgase" vor.

Herr Dr. Karl Heitzmann überreicht eine Abhandlung: „Über die Entwickelung der Beinhaut, des Knochens und des Knorpels."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg: Mémoires. VIIe Série, Tome XIX, Nrs. 3—7. St. Pétersbourg, 1873; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Februar 1873. (Nr. 1.) Berlin; 8°.

Annalen der Chemie & Pharmacie, von Wöhler, Liebig, Kopp, Erlenmeyer & Volhard. N. R. Band XCI, Heft 1—3. Leipzig & Heidelberg, 1873; 8°.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 19. Wien, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1946—1948 (Bd. 82. 2—4). Kiel, 1873; 4°.

Comitato, R., geologico d'Italia: Bollettino. Anno 1873, Nr. 5 & 6. Firenze; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVI. Nrs. 24—25. Paris, 1873; 4°.

Gesellschaft der Wissenschaften, k. böhm. in Prag: Sitzungsberichte. 1873, Nr. 3. Prag; 8°.

— geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XVI (neuer Folge VI). Nr. 6. Wien, 1873; 8°.

— Oberhessische, für Natur- und Heilkunde: XIV. Bericht. Giessen, 1873; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang. Nr. 26—27. Wien, 1873; 4°.

Hamburg, Stadtbibliothek: Gelegenheitsschriften. 1872 & 1873. 4°.

Institution, The Royal, of Great Britain: Proceedings. Vol. VI, Parts 5—6. London, 1872; 8°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Memorie. Vol. XVII°, Parte 3ª. Venezia, 1873; 4°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie etc., von Alex. Naumann. Für 1870. 3. Heft. Giessen, 1873; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 13. Graz, 1873; 4°.

Löwen, Universität: *Annales Academiae Lovaniensis*. 1817—1826 (10 Bände). 4°. — Annuaire. 1872. XXXVIᵉ Année. Louvain; 12°. — Choix de Mémoires de la Société littéraire. XI. Louvain, 1872; 8°. — Revue catholique. Tomes VII & VIII. Louvain, 1872; 8°. — Theses. 8°.

Mittheilungen des k. k. techn. & administr. Militär-Comité. Jahrgang 1873, 4. Heft. Wien, 1873; 8°.

Museum, Geological, Calcutta: *Palaeontologia Indica*. Vol. IV, 1—2. Calcutta, 1872; 4°. — Memoirs in 8°. Vol. VIII, Parts 1 & 2; Vol. IX, Parts 1 & 2. — Records. Vol. V, Parts 1—4. 1872. Calcutta; kl. 4°.

Nature. Nrs. 191—192, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Naturforscher-Verein zu Riga: Correspondenzblatt. XIX. Jahrgang. Riga, 1872; 8°. — Die Bildung des Knochengewebes. Festschrift, von Ludwig Stieda. Leipzig, 1872; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bollettino meteorologico. Vol. VIII, Nr. 3. Torino, 1873; 4°.

Programm des k. k. Gymnasiums zu Meran. 1872/73. Meran, 1873; 8°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatschrift für Forstwesen. XXIII. Band. Jahrgang 1873. Jänner — Juni-Heft. Wien; 8°.

Repertorium für Experimental-Physik etc., von Ph. Carl. IX. Band, 2. Heft. München, 1873; 8°.

„Revue politique et littéraire", et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". IIe Année, 2e Série, Nr. 52; IIIe Année, 2e Série. Nr. 1. Paris, 1873; 4°.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XIXe, Revue bibliogr. E. Paris; 8°.

– Entomologique de France: Annales. IVe Série. Tome X^{e}, Partie supplémentaire. 2e & 3e Cahiers; Ve Série. Tome IIe. Paris, 1872; 8°.

– Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Tome XLVI, Année 1873, Nr. 1. Moscou; 8°.

Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg: Naturwissenschaftliche Jahreshefte. XXIX. Jahrgang, 1—3. Heft. Stuttgart, 1873; 8°.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftliche Veterinärkunde. XXXIX. Band, 2. Heft. Wien, 1873; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 26—27. Wien, 1873; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang, 8. Heft. Wien, 1873; 4°.

Die Atakamit-Krystalle aus Süd-Australien.

Von dem c. M. V. Ritter v. Zepharovich.

Im Jänner 1871 hatte ich bereits Gelegenheit der Akademie über meine Messungen an Atakamit-Krystallen von Burraburra bei Wakaroo in Süd-Australien zu berichten[1]. Den Krystallen, welche mir damals zur Untersuchung vorlagen, fehlten die Flächen von (111); sie waren vorwaltend von (101) und (110) begrenzt und wurden aus den zahlreicheren Messungen, welche sich auf diese beiden Formen bezogen, die Grundwerthe für die Berechnung der übrigen Flächen-Neigungen abgeleitet.

Veranlasst durch meine Mittheilung veröffentlichte C. Klein[2] die Messungen eines Krystalles vom obigen Fundorte, an welchem sich ausser (101) und (110) auch spiegelnde Flächen von (111) zeigten; er fand Neigungen für (111), welche in ansehnlichem Grade von den aus meinen Elementen berechneten abweichen und bemerkte bezüglich der (110)- Flächen dieser Krystalle im Allgemeinen, dass sie bei ihrer unvollkommenen Ebenheit sehr differirende Messungs-Resultate geben und dass diese daher nicht geeignet seien als Grundwerthe in die Berechnung eingeführt zu werden. Jene bedeutenden Schwankungen in der Neigung der (110)-Flächen wurden auch in meiner ersten Mittheilung hervorgehoben, — es durfte aber erwartet werden, dass das Mittel aus einer grösseren Zahl von Messungen dem wahren Werthe von (110) nahe kommen werde und es war wohl nicht vorauszusehen, dass diese Flächen mit einem fast constanten und nicht unansehnlichen Bildungsfehler behaftet seien, wie

[1] Sitzungsber. 1. Abth. 63. Bd., S. 6.
[2] Neues Jahrbuch f. Min. u. s. w. 1871. S. 495.

ich dies, übereinstimmend mit Klein erkannte, nachdem ich meine Beobachtungen in jüngster Zeit auf ein reichhaltigeres Materiale, in welchem auch viele Krystalle mit (111)- Flächen vertreten waren, ausdehnen konnte. Ferner erwiesen die neuerlich von mir ausgeführten Messungen südaustralischer Atakamit-Krystalle, dass die Werthe, welche Klein an einem ziemlich gut ausgebildeten Krystalle für (111) erhalten hatte, mit dem Mittel meiner Beobachtungen an mehreren ausgezeichneten Krystallen fast völlig übereinstimmen.

Ich hatte mir die Prüfung der Klein'schen Angaben bezüglich der Neigung der (111)-Flächen vorzüglich zur Aufgabe gestellt; diese Form ist aber am australischen Atakamit überhaupt nur selten vertreten und nur ausnahmsweise besitzt sie zu genauen Messungen geeignete Flächen. So konnten von 58 Krystallen, die mir in überwiegender Mehrzahl von Dr. G. Tschermak u. A. Brezina freundlichst anvertraut wurden[1], nur 12 zur Entscheidung der obigen Frage benützt werden; unter diesen fanden sich aber in keinem Falle alle vier Flächen von (111) in gleich vorzüglicher Ausbildung entwickelt. In dieser Beziehung war der eine von Klein gemessene Krystall weit günstiger beschaffen; die sämmtlichen Endflächen der Combination (111).(101).(110) liessen sich messen und betrugen die Abweichungen der Einzelwerthe der vier und zwei gleich vorauszusetzenden Winkel (111):(101) und (111):($\bar{1}$11) nur 2 und 1½ Minuten, wodurch auch die rhombische Form des Atakamit constatirt erscheint.

Die von Klein (K) und von mir (Z) erhaltenen Neigungen der Flächen-Normalen für (101) und (111) sind folgende:

	Grenzwerthe	n[2])	Mittel
101 : $\bar{1}$01 =	73°46′ — 73°51′	?	73°50′ — (K)
	73 42 — 73 59	29	73 50′ 57″ (Z)
111 : 101 =	42 14 — 42 16	4	42 15 — (K)
	42 12 — 42 18	17	42 15 23 (Z)

[1] Eine Druse mit sehr schönen, aber nicht genau messbaren Krystallen hatte ich Herrn Prof. O. Fraas zu verdanken; einige gute Krystalle lieferte das Museum der Prager Universität.

[2] Anzahl der Messungen.

	Grenzwerthe	n	Mittel
$111 : \bar{1}11 =$	52°48' — 52 49½'	2	52°48' 45" (K)
	52 48 — 52 51	4	52 49 42 (Z)

Bei der geringen Differenz dieser Messungsresultate ist es gestattet dieselben zu combiniren — wobei der obige Mittelwerth 73°50' als der einer Messung angenommen wurde —, es ergeben sich dann die Werthe

$$
\begin{array}{ll}
 & \text{n} \\
101 : \bar{1}01 = 73°50' 56'' & (30) \\
111 : 101 = 42\ 15\ 19 & (21)
\end{array}
$$

aus welchen als Axenverhältniss für den Atakamit von Wakaroo folgt:

$$\breve{a} : \breve{b} : c = 1{\cdot}51226 : 1 : 1{\cdot}13644.$$

Da diese Elemente von jenen, zu welchen ich in meiner ersten Mittheilung, von den Messungen der Formen (101) und (110) ausgehend, gelangte, nicht unbedeutend abweichen, habe ich die wichtigsten Kantenwinkel neu berechnet und werden diese nun an Stelle der früher gegebenen, anzunehmen sein.

An Krystallen aus Chile erhielt Descloizeaux, wie mir derselbe freundlichst mitgetheilt, als Mittel zahlreicher Messungen

$$
\begin{array}{l}
101 : \bar{1}01 = 74°\ 4' \\
111 : \bar{1}11 = 52\ 53,
\end{array}
$$

woraus für Levy's Grundform folgt: $mm = 97°32'$ und $D = 752{\cdot}006$, $d = 659{\cdot}156$, $h = 996{\cdot}740$, oder mit Bezug auf die obige (Miller's) Aufstellung:

$$a : b : c = 1{\cdot}51214 : 1 : 1{\cdot}14086$$ [1].

Am Atakamit wurden bereits 23 Formen nachgewiesen, von welchen an den australischen Krystallen nur 5 nicht vorkommen; dieselben sind in der nachstehenden Übersicht mit * bezeichnet.

[1] S. a. Nouv. recherches etc. p. 40 (Mém. prés. à l'Inst., T. XVIII). — Die von Descloizeaux beobachteten Formen sind: $p a^3 a^2 a^1 e^1 g b^{1/2} b^1$ (Levy) = *aksmecrn* (Miller). Die Combinationen erscheinen zuweilen durch das vorwaltende *p* als achtseitige Lamellen, die sich unmittelbar zu optischen Untersuchungen eignen.

c(001) .	a(100)	b(010) .	m(110) .	t(650) .	l(320) .	s(210)
oP	$\infty P\breve{\infty}$	$*\infty P\bar{\infty}$	∞P	$\infty P\breve{6/5}$	$\infty P\breve{3/2}$	$\infty P\breve{2}$
k(310)	x(410) .	u(011) .	d(203) .	e(101) .	i(10·0·9) .	o(201)
$*\infty P\breve{3}$	$\infty P\breve{4}$	$P\bar{\infty}$	$*\frac{2}{3}P\breve{\infty}$	$P\breve{\infty}$	$\frac{10}{9}P\breve{\infty}$	$*2P\breve{\infty}$
g(301) .	r(111) .	q(221) .	z(331) .	w(992) .	n(211) .	f(121)
$3P\breve{\infty}$	P	$2P$	$3P$	$\frac{9}{2}P$	$2P\breve{2}$	$*2P\bar{2}$
		y(231) .	v(672)			
		$3P\bar{3/2}$	$\frac{7}{2}P\bar{7/6}$			

Die Flächen *camtlseizy*[1] wurden von mir schon früher, neuerlich auch *rw* und *g* beobachtet; *g* wurde zuerst von Klein angegeben[2] und früher noch von Lang gemessen[3]. Schrauf zeichnete Combinationen aus Australien, an denen sich auch die Formen *xuqn* und *r* finden[4]. —

k (310) hat Descloizeaux an Krystallen aus Chile beobachtet[5]; *d* (203) wurde durch Tschermak[6] und *f* (121) durch v. Kokscharow[7] an in Malachit veränderten Krystallen aus Russland nachgewiesen; *o* (201) hat v. Lang an einem Krystalle im britischen Museum gemessen[8]. In Dufrenoy's Mineralogie (T. 3, p. 373) sind für $e_2 = (b^1 b^{1/2} g^1)$ (Levy) = 213 (Miller) die Winkel berechnet; nähere Angaben fehlen.

---

[1] Für *y* (231), nach Levy's Aufstellung $(132) = a_2 (b^1 b^{1/2} h^1)$ finden sich in Dufrenoy's Min. (T. 3; p. 373) die Winkel berechnet; andere Daten fehlen.

[2] N. Jahrbuch 1871, S. 495.

[3] An einem Krystalle im brit. Mus. (Priv. Mitth.)

[4] Atlas der Krystallformen. T. XXIV, Fg. 2, 3 : *xMqpr*. Die obigen Indices beziehen sich, wie in meiner früheren Mittheilung, auf Millers Grundform. Schrauf gab den Krystallen die Stellung Levy's, welche auch von Descloizeaux angenommen wurde, verkürzte aber die Hauptaxe zur Hälfte. Gelten die Indices *hkl* für Miller's Grundform und *h'k'l'* für die Grundform Schrauf's, so ist: $\frac{1}{2}h = l'$, $k = k$, $l = h'$.

[5] Priv. Mittheil.

[6] Miner. Mitth. 1873, S. 39.

[7] Bullet. de l'Acad. de St. Petersbourg. T. VIII, 1872, p. 679. Die von Kokscharow beschriebenen Pseudomorphosen stammen aus den Turjinschen Kupfergruben (Bogoslowsk) am Ural.

[8] Nr. 31622: *eogma* (Priv. Mitth.) Nach Levy (e^2) an Krystallen von Soledad in Chile vorkommend (Descript. etc. T. 3, p. 48), s. a. Dufrenoy Min. T. 3. p. 373.

Berechnete Winkel der Flächen-Normalen für den Ata von Wakaroo, $a:b:c = 1 \cdot 51226:1:1 \cdot 13644$.

u(011) :	*c*(001)	48°	39′	5″
	u′(0$\bar{1}$1)	97	18	10
**d*(203) :	*c*(001)	26	36	32
	a(100)	63	23	28
e(101) :	*c*(001)	36	55	28
	a(100)	53	4	32
	e′($\bar{1}$01)	73	50	56
	m(110)	70	38	54
i(10·0·9) :	*c*(001)	39	51	34
	a(100)	50	8	26
**o*(201) :	*c*(001)	56	21	38
	a(100)	33	38	22
g(301) :	*c*(001)	66	4	41
	a(100)	23	55	19
m(110 :	*a*(100)	56	31	29
	m′($\bar{1}$10)	113	2	58
	m″(1$\bar{1}$0)	66	57	2
t(650) :	*a*(100)	51	34	6
	t′($\bar{6}$50)	76	51	48
	m(110)	4	57	23
l(320) :	*a*(100)	45	14	2
	l′($\bar{3}$20)	89	31	56
	m(110)	11	17	27
s(210) :	*a*(100)	37	5	41
	s′($\bar{2}$10)	105	48	38
	m(110)	19	25	48
**k*(310) :	*a*(100)	26	45	10
	k′($\bar{3}$10)	126	29	40
	m(110)	29	46	19
x(410) :	*a*(100)	20	42	37
	x′($\bar{4}$10)	138	34	46
	m(110)	35	48	52
r(111) :	*a*(100)	63	35	55
	c(001)	53	43	19
	e(101)	42	15	19
	m(110)	36	16	41

r(111) :	*r*'($\bar{1}$11)	52°	48'	10"
	r''(1$\bar{1}$1)	84	30	38
q(221) :	*a*(100)	58	48	56
	c(001)	69	50	48
	m(110)	20	9	12
	r(111)	16	7	29
z(331) :	*a*(100)	57	36	16
	c(001)	76	15	5
	m(110)	13	44	55
	r(111)	22	31	46
w(992) :	*a*(100)	57	1	6
	c(001)	80	44	9
	m(110)	9	15	51
	r(111)	27	0	50
n(211) :	*a*(100)	45	12	23
	c(001)	62	2	35
	s(210)	27	57	25
	r(111)	18	23	32
	n'($\bar{2}$11)	89	35	14
	n''(2$\bar{1}$1)	64	22	58
**f*(121) :	*a*(100)	73	9	46
	c(001)	67	19	39
	f'($\bar{1}$21)	33	40	28
	f''(1$\bar{2}$1)	122	20	48
y(231) :	*a*(100)	67	4	17
	c(001)	74	58	33
	e(101)	63	48	50
	z(331)	9	28	1
	n(211)	29	54	21
	y'($\bar{2}$31)	45	51	26
	y''(2$\bar{3}$1)	124	11	40
v(672) :	*a*(100)	61	12	13
	c(001)	77	39	43
	v'($\bar{6}$72)	57	35	34
	v''(6$\bar{7}$2)	116	23	56

Die südaustralischen Krystalle sind stets nach der Haupt- säulig entwickelt und mit dem einen Ende derselben auf- wachsen. An den freien Enden wurde (101) niemals vermisst,

oft (001), seltener (111) beobachtet; gewöhnlich herrscht (1 ausnahmsweise (001); als Seltenheit traf ich Krystalle nur d eine Fläche von (101) schief abgeschlossen.

m (110) ist an grösseren Krystallen stark vertical ge oder gekrümmt und daher goniometrisch untauglich; an kleinen Krystallen ist aber *m* nicht selten eben und gibt (liche Reflexe des Fadenkreuzes im Beleuchtungs-Fernrohre. 1 Ausscheidung aller unsicheren Bestimmungen erhielt ich

	Gemessen	Mittel	*n*	*m*
m(110) : *m'*(1$\bar{1}$0)	66°54' — 67°45	67°17'35"	42	67°1:
m''($\bar{1}$10)	112 24 — 113 12	112 47 4	21	67 1:
a(100)	56 11 — 56 47	56 24 42	7	67 1(
			70	67°1:

Das Mittel 67°15'30" aus den drei obigen Beobachtu reihen, wobei die Anzahl der gemessenen Kanten (n) als Gew in Rechnung gebracht wurden, beruht auf zahlreicheren und lässlicheren Bestimmungen als jener Werth, welchen ich fr erhalten hatte [1].

Die Rechnung aus $a:b:c = 1\cdot51226:1:1\cdot13644$ ergibt

$$mm' = 66°57'2'',$$

also bedeutend von dem obigen Mittel aus 70 Messungen ab chende Zahlen. — Dem berechneten Werthe näherten sich 17 Bestimmungen (66°48'—67°9', im Mittel 67°3'), von wel nur 3 den berechneten Winkel nicht erreichten, und 3 demse gleich kamen; 64 Messungen von 70 gaben demnach die K *mm'* zu gross, wenn man die Neigungen *ee'* und *re* der Rech zu Grunde legt. — Ansehnliche Schwankungen in der Nei der *m*-Flächen wurden auch von Klein constatirt; er fan mehr als 40 Krystallen *mm'* = 66°54' — 67°35'. Beim Verg meiner sämmtlichen, älteren und neueren Messungen an 74 stallen zeigen sich die Grenzwerthe noch weiter abstel *mm'* = 66°54' — 68°35'. Zur Characteristik der *m*-Flächei noch bemerkt, dass sie an kleinen Krystallen, wenn auch e

---

[1] 67°30'40" (Sitzungsber. 63. Bd. 1871, S. 8).

zuweilen bezüglich der Tautozonalität unter sich und mit *a* Störungen aufweisen [1].

s (210). Ausser *m* und *a* gehört *s* zu den häufigsten Flächen der Vertical-Zone; die Messungs-Resultate sind

	Gemessen	Mittel	*n*	Berechnet
s(210) : *a*(100) =	(36°44' — 38°40')	37°29'	(7)	37° 5'41"
m(110) =	(18 36 — 19 43)	19 5	(14)	19 25 48

Für die übrigen Prismen erhielt ich

l(320) : *a*(100) = 45°32'	(1)	ber.	45°14' 2"
m(110) = 11 55	(3)		11 17 27
t(650) : *m*(110) = 4 57	(1)		4 57 23

c (001) ist stets rauh oder zart drusig und convex gekrümmt, daher unmessbar. *a* (100), mit geringer Breite entwickelt, und *e* (101) sind gewöhnlich ebenflächig; *e* gibt oft sehr scharfe Bilder des Fadenkreuzes.

i (10·0·9), welches ich bereits früher nachgewiesen,

i(10·0·9) : *a*(100) = (50°4'—50°54') 50°39 (5), ber. 50°8'26",

wurde neuerlich von Tschermak (a. a. O.) an in Malachit veränderten Krystallen aus Russland nachgewiesen ($ia = 50°44'$).

g (301) als schmale, gut spiegelnde Fläche von Klein und von mir beobachtet,

g (301) : *a*(100) = 23°59'	(1),	ber.	23°55'19"
e(101) = 29 11	(2)		29 9 13

An der Kante *ea* erscheint nicht selten unter sehr stumpfen Winkel gegen *a* geneigt und durch Wölbung in dieselbe übergehend, eine glatte Fläche. Den Messungen $\alpha a = 4°35'$ und $\alpha' e = (50°4' — 50°51')$ 50°35 (5), würden für α und α' die Indices (33·0·2) und (30·0·1) entsprechen (ber. $\alpha a = 4°36^2/_3{}'$ und $\alpha' e = 50°32'$)

---

[1] Nach Descloizeaux variirt an den australischen Atakamit-Krystallen in Folge von unregelmässig eingeschalteten Lamellen, auch der Winkel der optischen Axen in auffallender Weise, selbst in verschiedenen Platten aus demselben Krystalle. So fand er den Axenwinkel für Roth bei — 18° C. in 3 Platten aus einem Krystalle = 91°33', 94°1', 94°30' (Nouv. recherches etc. p. 40).

r (111). Ausser dem oben angeführten **Grundwerthe** ***re*** beziehen sich auf die häufig gut spiegelnden ***r*-Flächen noch** folgende Messungen

r(111) :	*r'*($\bar{1}11$) =	(52°48'—51')	52°49⅓'	(6),	ber.	**52°48'10"**
	r''($1\bar{1}1$) =	(84 30 —32)	84 31	(2)		**84 30 38**
	a(100) =	(63 34 —40)	63 37	(2)		**63 35 55**
	m(110) =	(36 2 —14)	36 9¾	(17)		**36 16 41**

Bei der letzten Bestimmung ist der Einfluss der ***m*-Fläche** nicht zu verkennen. —

Fälle, in welchen an einem Krystalle mehrere ***r*-Flächen** das Fadenkreuz reflectirten, liegen nur wenige vor. **Die folgenden** Messungen sind nach ihrer Güte **aufsteigend mit *a*, *z.g*, *g* und *s.g*** bezeichnet.

Nr. 7.	111 : 101 = 42°13'15"	*z.g*	—	111 : $1\bar{1}1$ = 84°30'56"	*g*
	$1\bar{1}1$: 101 = 42 16 —	*z.g*			
	$\bar{1}11$: $\bar{1}01$ = 42 13 30	*a*			
Nr. 8.	$1\bar{1}1$: 101 = 42 15 —	*s.g*			
	$\bar{1}11$: $\bar{1}01$ = 42 15 50	*z.g*			
Nr. 42.	111 : 101 = 42 17 48	*z.g*	—	111 : $\bar{1}11$ = 52°49'24"	*s.g*
	$\bar{1}11$: $\bar{1}01$ = 42 17 9	*z.g*			
Nr. 43.	111 : 101 = 42 14 9	*z.g*	—	111 : $\bar{1}11$ = 52 50 21	*s.g*
Nr. 46.	111 : 101 = 42 15 54	*g*	—	111 : $\bar{1}11$ = 52 48 12	*g*
	$\bar{1}11$: $\bar{1}01$ = 42 14 48	*g*			
Nr. 47.	$1\bar{1}1$: $\bar{1}01$ = 42 17 —	*z.g*			
	111 : 101 = 42 14 50	*g*			
	$\bar{1}11$: $\bar{1}01$ = 42 18 12	*z.g*			

Der von Klein gemessene Krystall, 4 *mm* hoch und 2 *mm* breit, gab folgende Resultate:

111 : 101 = 42°15'	—	111 : $\bar{1}11$ = 52°49½'
$1\bar{1}1$: 101 = 42 16	—	$1\bar{1}1$: $\bar{1}\bar{1}1$ = 52 48
$\bar{1}11$: $\bar{1}01$ = 42 15	—	101 : $\bar{1}01$ = 73 50
$1\bar{1}1$: $\bar{1}01$ = 42 14		

Sämmtliche (111)-Flächen dieses Krystalles erwiesen sich tadellos, eine Fläche von (101) zeigte sich vorzüglicher als die andere[1]. —

---

[1] N. Jahrbuch 1871, S. 498.

z(331), stark gewölbte, gewöhnlich matte Flächen an fünf Krystallen beobachtet,

z(331) : *m*(110) = (11°37' — 14°51') 13°21' (12), ber. 13°44'55".

w(992), an zwei Krystallen in gleicher Weise wie *z* auftretend,

w(992) : *m*(110) = (8°21' — 9°29') 9°4$\frac{1}{2}$' (4), ber. 9°15'51".

y(231), gewölbte, glatte Flächen in der Zone $\bar{1}01 \cdot 110$ an vier nadelförmigen Kryställchen nachgewiesen,

y(231) : *y'*($\bar{2}$31) =	(43°27' — 47° 8)	45°30'	(6),	ber.	45°51'26"
y''($2\bar{3}1$) =		125 4	(1)		124 11 40
e(101) =	(62°29' — 62°33)	62 41	(2)		63 48 50

w und *y* konnten nur auf den stärksten Reflex mittelst einer dem Beobachtungs-Fernrohre vorgeschobenen Lupe eingestellt werden und sind die Bestimmungen wie jene von *z* sehr unsichere.

q(221) und *v* (672), welche den Flächen *z* (331) und *y* (231) naheliegen, sind nach Schrauf[1] immer gekrümmt, in einander übergehend und nur annähernd bestimmbar. —

Mehrere kleine Krystallgruppen boten Gelegenheit, die Störungen in der normalen Flächenlage unter dem Einflusse der Verwachsung mit Nachbar-Krystallen zu beobachten. Es zeigten sich für die Kanten (*a*) 111 : 101 = 42·15$\frac{1}{2}$' und (*b*) 101 : $\bar{1}$01 = 73°51' Abweichungen von diesen Grundwerthen bis zum Betrage von + 11' und — 20' für (*a*), und von — 29' für (*b*), und es erreichen diese Abweichungen ihr Maximum in der Regel zunächst der Berührungsstelle der mit einander verwachsenen Individuen. Einige Fälle, welche bessere Messungen zuliessen, sind die folgenden.

	Nr. 49	Nr. 50	Nr. 53	Nr. 54
111 : 101	42 27 *a*	—	—	41°59$\frac{1}{2}$ *z.g*
111 : 101	42 4$\frac{1}{2}$ *g*	(*A*) 41°55 *z.g* (*B*) 42 26 *z.g*	42° 8$\frac{2}{3}$ *z.g*	—
111 : $\bar{1}$01	42 5$\frac{1}{2}$ *z.g*	—	—	42 12 *z.g*
$\bar{1}$11 : $\bar{1}$01	42 9$\frac{1}{2}$ *z.g*	—	42 7 *g*	—
111 : $\bar{1}$11	—	—	—	52 39$\frac{3}{4}$ *g*

[1] Atlas d. Krystallformen a. a. O.

	Nr. 49	Nr. 50	Nr. 53	Nr. 54
$1\bar{1}1 : \bar{1}\bar{1}1$	52°44' *g*	—	—	—
$\bar{1}11 : \bar{1}\bar{1}1$	84 13 *z.g*	—	—	—
$101 : \bar{1}01$	73 44½ *z.g*	—	73°43½' *g*	73°22' *g*

In Nr. 49 und 50 (*A*) war 110, in Nr. 53 war 010 die Verwachsungs-Fläche der nahezu parallel geeinten Krystalle, Nr. 54 ragte halbfrei und etwas geneigt aus einem Parallel-Aggregate hervor; in Nr. 50 allein waren die beiden mit einander verwachsenen Krystalle messbar. —

Meine frühere Bestimmung des Eigengewichtes konnte nur mit einer sehr geringen Menge (nicht ganz 0·3 Grm.) vorgenommen werden; folgende neuere Wägungen australischer Atakamite liegen seither vor

a) 3·761 Klein, grobes Pulver [1]
b) 3·769 Ludwig, 3·02 Grm. [2]
c) 3·757 Tschermak, 2·46 Grm. [2]
d) 3·754 Vrba, 1·27 Grm.

im Mittel ist demnach 3·76 das Eigengewicht [3].

Einige Beobachtungen an Atakamit-Krystallen von zwei anderen Localitäten, welche ich ebenfalls Herrn Brezina verdanke, mögen hier noch erwähnt werden.

(1) Cornwall [4]. Winzige, smaragdgrüne Kryställchen von zweifachem Habitus (Bottolackit).

a) Täfelchen, höchstens 1 *mm* lang und ¾ *mm* breit, vorwaltend von zwei parallelen (101)-Flächen und seitlich durch sehr schmale Flächen von (100), (110) und (210) begrenzt. Die

[1] N. Jahrbuch, 1871, S. 499.

[2] Mineral. Mitth. 1873, S. 42.

[3] Die Analysen australischer Krystalle von Rising und von Ludwig s. N. Jahrb. (a. a. O.) u. Min. Mitt. 1873. Descloizeaux's optische Untersuchung s. Nouv. recherches etc. (a. a. O.).

[4] Die Huel Cock u. Wheal-Gruben in dem nach dem Orte Bottolack (bei St. Just) genannten Bergbau-Reviere liefern nach Warrington Smyth Atakamit, Langit, Warringtonit u. a. Die Gruben erstrecken sich in horizontaler Richtung unter den Meeresspiegel (Priv. Mitth.). Über das Vorkommen s. Maskelyne, Proceedings of the r. society, London 1865, p. 392, u. Dana's Miner. 1868, p. 121.

hier ausnahmsweise die Tafelform bedingenden (101) sind aus vielen linearen Stufen gebildet, in denen abwechselnd (101) und (201) einspiegeln, oder es erscheint (101) matt und von einem etwas vortretenden, stark glänzenden Rande umsäumt.

2. Nadeln, bis 2 *mm* hoch und 1/2 *mm* breit, in der gewöhnlichen Combination (100), (110), (210), (101), (111), zuweilen mit (001) und (331). Obgleich die Flächen z. T. recht eben und gut spiegelnd sind, eignen sie sich, ihrer geringen Dimension wegen, nicht zu genauen Messungen. Die relativ sichersten Bestimmungen (Mittelwerthe aus 6—9 Repetitionen), welche wie die früher angeführten mit zwei Fernröhren vorgenommen wurden, an drei Kryställchen sind:

	(110) : (1̄10)		(110) : (11̄0)		(110) : (100)		(110) : (111)	
Nr. 2.	67° 8'	*g*	—		—		—	
Nr. 3.	67 22	*g*	112°41'	*g*	—		—	
	67 15	*z.g*	112 36	*z.g*	—		—	
Nr. 5.	67 13 1/2	*z.g*	112 18	*g*	56°12' 56 14	*z.g* *g*	36° 5'	*g*
	67 15		112 13		56 18		36 7	

Die Werthe der untersten Reihe wurden mir von Brezina freundlichst mitgetheilt; sie beziehen sich wahrscheinlich auf den Krystall Nr. 5 [1]. —

(2) Algodon Bai, Bolivia [2]. Sehr dünne lose, etwas gekrümmte Lamellen, zu genauen Messungen untauglich; sie sind seitlich durch Spaltflächen nach (011) oder unregelmässig begränzt und liessen ausnahmsweise äusserst schmale Flächen von (101) und (301) nachweisen. Ueber die Tafelflächen (100) ziehen, nahezu parallel, schwach wellige Linien, die unter spitzem Winkel gegen die Kante 100 : 101 gerichtet sind.

[1] Atakamit-Kryställchen, welche sich neuerer Zeit mit Langit in Cornwall fanden, wurden von Maskelyne gemessen (a. a. O.).

[2] Über das Vorkommen s. v. Bibra, Erdm. und Werther Journ. f. pr. Ch. Bd. 96, S. 193, N. Jhrbch. 1866, S. 227.

Über das Keimen von Samen in reinem Sauerstoffgase.

Von Dr. **Jos. Boehm.**

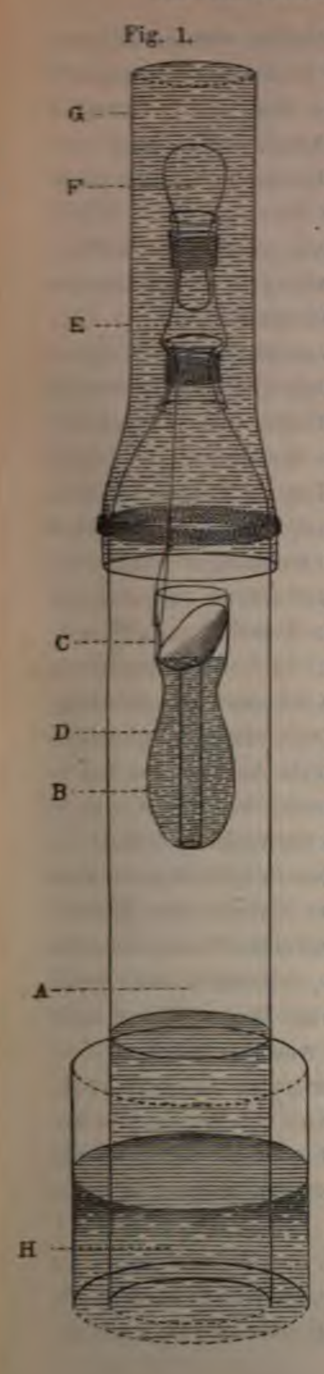
(Mit 3 Holzschnitten.)

Bei Versuchen, welche ich über die Grösse und Art und Weise der Sauerstoffconsumtion keimender Bohnen in atmosphärischer Luft machte, lag es nahe zu untersuchen, ob und inwieferne diese Function bei Anwendung von reinem Sauerstoffgase modificirt werde. Ich ging von der Voraussetzung aus, dass in letzterem Falle unter sonst gleichen Verhältnissen die Menge des verbrauchten Sauerstoffes eine viel bedeutendere und dem entsprechend auch das Wachsthum der Keimpflanzen ein viel beschleunigteres sein würde. Diese Vermuthung wurde aber zu meiner nicht geringen Überraschung durch den Versuch weder nach der einen noch nach der andern Seite hin bestätiget.

Über den Sauerstoffverbrauch keimender Samen werde ich bei einer anderen Gelegenheit berichten. Zum Studium der Wachsthumserscheinungen verwendete ich vorerst Samen von *Phaseolus multiflorus*. Nach zahlreichen Vorversuchen wurden die Schlussversuche mit denselben, anfangs März dieses Jahres, in sechs Apparaten von aus untenstehender Figur ersichtlicher Construction gemacht. *A* ist eine tubulirte Glasglocke von 600—700 CC. Inhalt. *B* stellt das zur Aufnahme der Bohne bestimmte Gefässchen dar. Dieses ist im oberen Drittheil halsartig verengert und hat in einiger Entfernung vom Rande eine seitliche Öffnung *C* zum Ausflusse des Wassers.

Um ein Einklemmen des Samens in den Hals dieses Gefässes zu verhindern, ist in selbes eine cylindrische Glasröhre *D* von geeigneter Weite und Länge eingesenkt, so dass die Bohne, wenn das Apparatchen aus dem Wasser gehoben wird, noch theilweise benetzt bleibt. Dieses mit der Bohne beschickte Gefässchen wurde mittelst eines Messingdrahtes in den Tubus der

Fig. 1.



Glocke *A* gehängt, sodann das Kautschukrohr *E* aufgesetzt und mittelst eines Bindfadens befestiget. Hierauf wurde die Glocke voll mit eben ausgekochtem und abgekühltem Wasser gesaugt und das obere Ende des Kautschukschlauches mit einem passenden Glasstäbchen *F* verschlossen. Die wassererfüllte Kautschukhülse *G* hat den Zweck, die Gasdiffusion durch *E* zu hindern oder doch bis zu einem Minimum zu verringern. — Nachdem die Glocke mit directe aus chlorsaurem Kali entwickelten Sauerstoffgase gefüllt war, wurde sie mittelst eines geeigneten Schälchens aus dem Wasser gehoben, in die Quecksilberwanne übertragen, durch Neigung derselben ein Theil des Gases ausgelassen, dieses durch concentrirte Kalilauge ersetzt und dann mittelst eines Trinkglases von passender Grösse *H* aus dem Quecksilber gehoben. Diese gefüllten Apparate wurden bei einer Temperatur von 15—18° C. an einen dunklen Ort (in einen Kasten meines Zimmers) gestellt. In Folge des Sauerstoffverbrauches stieg natürlich das Quecksilber in den Glocken *A*. Während der ganzen Versuchsdauer wurde das verschwundene Gas 7mal wieder ersetzt.

Um ein Mass für die Intensität des Wachsthums der Bohnen unter sonst gleichen Verhältnissen, aber in atmosphärischer Luft zu haben, wurden sechs Bohnen in ganz gleiche, mit gewöhnlicher Luft gefüllte und mit Kalilauge abgesperrte Apparate (bei welchen nur die Kautschukhülsen *G* weggelassen wurden) gebracht und die Luft in ihnen täglich erneuert.

Zu diesen und allen folgenden Versuchen wurden Bohnen gewählt, deren Gewicht im lufttrockenen Zustande zwischen 1·2 und 1·4 Grm. betrug. Die Samen wurden stets 8—10 Stunden vor ihrer Verwendung unter Wasser getaucht und dann vorsichtig ihrer Schalen entkleidet. Samen, welche im Wasser nicht untersanken, wurden gleich eliminirt.

Die Fortschritte der Keimung wurden genau protokollirt; es dürfte jedoch überflüssig sein, die Details des in bestimmten Intervallen erfolgten Zuwachses hier genau anzuführen.

Schon am zweiten Tage war der Unterschied in der Wurzelentwicklung bei den in atmosphärischer Luft und den in reinem Sauerstoffe befindlichen Samen ein auffälliger; die Würzelchen der letzten hatten kaum die halbe Länge der ersten. — Diese Differenz in der Entwicklung wurde von Tag zu Tag auffälliger. Bei Schluss des Versuches, nach 28 Tagen, waren die Cotylen der in atmosphärischer Luft gezogenen Keimlinge stark eingeschrumpft. Bei überall reichlicher Wurzelbildung variirten die Stengellängen von 37—41 Ctm. — Von den Keimlingen in Sauerstoff waren nach 4 Wochen vier bereits todt, die Cotylen derselben theilweise morsch und die neugebildeten Organe abgestorben; die zwei anderen Individuen (α und β) hatten ein ganz gesundes Aussehen. Die fast unverzweigte hypocotyle Achse mass bei α) 3·7, bei β) 4·2 Ctm. Die Stengellänge betrug bei α) 1·8, bei β) 2·7 Ctm. — Bei beiden dieser Keimlinge vertrockneten dann in freier Luft die Endknospen, während in den Cotylenachseln sich Zweige entwickelten. Ebenso starben die Spitzen der Hauptwurzeln ab, dafür erzeugten sich aber zahlreiche Nebenwurzeln.

Bei einer anderen, ganz ähnlichen, ebenfalls mit sechs Bohnen gemachten Versuchsreihe im Monate Mai, während welcher jedoch die Temperatur etwas höher war (sie betrug 19°—23° C.) erreichten die Wurzeln (d. i. hypocotylen Achsen) höchstens eine Länge von 4·2 und die Stengel eine solche von 1·6 Ctm. Nach 13 Tagen war kein einziger Cotyledon mehr ganz gesund; auch die vier, scheinbar noch lebenden Keime verfaulten in freier Luft.

Es handelte sich nun vorerst darum, durch den Versuch zu entscheiden, ob die retardirende Wirkung des reinen Sauerstoffgases auf keimende Bohnen beschränkt sei oder ob sich auch die

Samen anderer Arten und insbesondere solcher, bei denen die Reservestoffe nicht in Form von Stärke vorhanden sind, in ähnlicher Weise verhalten. Ich verfuhr daher so:

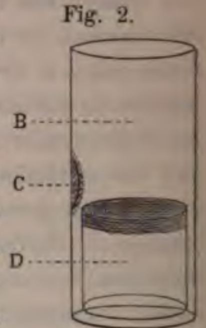
Samen von *Lepidium sativum, Linum usitatissimum, Helianthus annuus, Avena sativa, Hordeum vulgare, Secale cereale, Triticum vulgare, Ervum Lens, Pisum sativum, Phaseolus multiflorus* wurden in kleinen Glascylindern auf gehörig befeuchtete Lager von Filtrirpapier gebaut und nebst einem U-förmigen Manometer und einem Gefässe mit Kalilauge auf einem Eisendrahtgestelle unter einen grossen, 77 Ctm. hohen und 15 Ctm. weiten Recipienten der Luftpumpe gebracht. Der verwendete Luftpumpenteller war so eingerichtet, dass nach Evacuirung des Recipienten dieser vermittelst eines eigenen Hahnes mit einem beliebigen Gase gefüllt werden konnte. — Nachdem die atmosphärische Luft ausgepumpt war, wurde der Recipient wiederholt mit Sauerstoff ausgewaschen und dann, mit diesem Gase gefüllt (natürlich sammt dem abgenommenen Teller) bis einige Centimeter über den Rand in Wasser gestellt. Der verbrauchte Sauerstoff wurde jeden zweiten Tag wieder ersetzt. Dieses geschah vermittelst eines Kautschukschlauches, welcher einerseits mit dem (abgeschlossenen) Hahn des Luftpumpentellers und anderseits mit dem sauerstofferfüllten Gasometer während der ganzen Versuchsdauer in Verbindung blieb.

Das Resultat dieses (in der ersten Hälfte des April l. J. gemachten) Versuches stimmte nur theilweise mit dem bei dem früheren, analogen Versuche gewonnenen überein. Blos bei *Zea, Ervum* und *Pisum* kam, sowie bei *Phaseolus multiflorus*, die Entwicklung der Keime über die ersten Stadien der Wurzel- und Stengelbildung nicht hinaus. Die *Lepidium-, Linum-* und *Helianthus*-Pflänzchen blieben wohl durchschnittlich kleiner als die in freier Luft gezogenen, bei einzelnen Individuen dieser Art entwickelt sich aber die hypocotyle Axe nicht ganz unbedeutend. Bei den vier angeführten Getreidearten jedoch erreichten die Blätter die normale Länge vergeilter Keimlinge.

Bei diesen Operationen mittelst der Luftpumpe, wo man mit einer grossen Wassermenge arbeiten muss, ist es geradezu unmöglich, völlig oder doch fast völlig reines Sauerstoffgas zu ver-

wenden. Ich habe die genannten Versuche mit den oben angeführten kleinen Samen daher (in der zweiten Aprilhälfte) in dem Fig. 1 abgebildeten Apparate gemacht, statt des Gefässes *B* aber eines von der beistehenden Figur 2 benützt. *D* ist ein geeignet weiter Glasring, welcher an seinem oberen Ende, sowie die seitliche Öffnung *C* in *B* (um das Herausschwemmen der kleinen Samen während der Füllung des Apparates zu verhindern), mit angesiegeltem Tüll verschlossen ist. Dieser möglichst enge an *B* anliegende Glasring *C* muss so hoch sein, dass die Tüllfläche mit dem unteren Rande der Öffnung *C* in derselben Ebene liegt. Auf diese Weise erreicht man es, dass selbst sehr kleine Samen nach Füllung der Röhre *A* mit dem betreffenden Gase nur auf ihrer Unterseite von Wasser benetzt bleiben.

Fig. 2.



Die Resultate, welche ich in sechs solchen (mit möglichst reinem Sauerstoffgase gefüllten) Apparaten mit den angeführten Samen erhielt, harmonirten vollständig mit jenen, welche sich bei den correspondirenden Versuchen mittelst der Luftpumpe ergaben.

Diese nun ganz merkwürdige Thatsache, dass bei ungeändertem Sauerstoffverbrauche die Keimung, in diesem Gase für sich, in der Regel nur auf die ersten Anfänge beschränkt bleibt, zwingt zu der Frage, welche Bedeutung denn beim Wachsthume der Pflanzen auf Kosten von Reservestoffen dem atmospärischen Stickstoffe zukommt. War an eine Assimilation desselben auch nicht von ferne zu denken, so musste doch erst der directe Versuch lehren, wie sich keimende Samen in zum grössten Theile aus Sauerstoff und etwas Stickstoff bestehender Atmosphäre verhalten würden.

Diese Versuche machte ich (in der ersten Hälfte des Monats Mai) nur mit *Phaseolus multiflorus*. Es wurden sechs von den oben beschriebenen Apparaten mit 8—10 Proc. stickstoffhaltigem Sauerstoffe gefüllt. — Die Bohnenkeimlinge entwickelten sich wohl etwas weiter als bei den Versuchen in reinem Sauerstoffgase, aber nicht viel; auch hier waren sie bereits am dritten Tage im Vergleiche zu denen in atmosphärischer Luft gezogenen sichtlich zurück. Nach 12 Tagen hatten letztere nebst zahlrei-

chen Wurzeln eine mittlere Stengellänge von 22 Ctm., während die in den Apparaten nur wenige Wurzeln und blos 2·5—4·3 Ctm. lange Stengel producirt hatten. Während der nächsten drei Tage wuchsen diese Pflänzchen nicht mehr. Sie wurden aus den Apparaten herausgenommen und an die freie Luft gesetzt. Bei drei Exemplaren waren die Cotylen bereits deutlich in Fäulniss übergegangen und auch bei den anderen drei Individuen die Endknospen abgestorben.

Die Ursache, warum die Entwicklung von Keimpflanzen in reinem Sauerstoffgase eine so unvollkommene ist, liegt also nicht im Mangel an Stickstoff an sich. Der atmosphärische Stickstoff kann somit nur die Rolle eines Verdünnungsmittels spielen und das gehinderte Wachsthum in reinem Sauerstoffe nur in der Dichte dieses Gases begründet sein.

Boussingault hat zuerst gezeigt, dass grüne Pflanzen in einer Atmosphäre von Stickstoff und Kohlensäure unter sonst geeigneten Bedingungen nicht mit grösserer Energie Sauerstoff bilden, als wenn der Stickstoff durch Wasserstoff ersetzt wird. Dies veranlasste mich zu folgenden Versuchen:

Es wurden am 15. Mai sechs der in Figur 1 abgebildeten Apparate mit einer aus 20—23 Proc. Sauerstoff und 77—80 Pct. Wasserstoff bestehenden Luftmischung gefüllt. In dieser entwickelten sich nun die Bohnenkeimlinge ganz so, wie die gleichzeitig und daneben in freier Luft gezogenen.

Dieses Versuchsresultat macht zweifellos, was nach dem früher Gesagten schon sehr wahrscheinlich war: dass die Ursache des gehinderten Wachsthumes in reinem Sauerstoffgase zunächst in dessen zu grosser Dichte besteht [1].

Es ist bekannt, dass sich Phosphor bei gewöhnlicher Temperatur in reinem Sauerstoffgase von gewöhnlicher Dichte nicht oxydirt, wohl aber, wenn dasselbe in hinreichendem Grade verdünnt wird. — Von dieser Thatsache ausgehend, hat Bous-

---

[1] Erst nachträglich fand ich folgende sehr bemerkenswerthe Stelle in Senebier's Physikalisch-chemischen Abhandlungen über den Einfluss des Sonnenlichtes auf alle drei Reiche der Natur und auf das Pflanzenreich insonderheit. Aus dem Französischen, Leipzig, 1785, zweiter Theil, p. 70: „In entzündbarer Luft, die rein ist, sterben die Pflanzen ab, weil sie darin nicht gleich fixe Luft antreffen, welche sich daraus niederschlagen kann.“

singault gezeigt, dass grüne Pflanzen in reiner Kohlensäure von gewöhnlicher Dichte nur wenig Sauerstoff bilden, dass die Zerlegung dieses Gases in reinem Zustande aber mit lebhafter Energie erfolgt, wenn dasselbe früher gehörig deluirt wurde [1].

Der Versuch über die Keimung von Samen in reinem verdünnten Sauerstoffgase wurden in derselben Weise und unter demselben Recipienten mit Samen von *Helianthus*, *Lepidium*, *Linum*, *Phaseolus*, *Pisum*, *Ervum* und *Zea* gemacht, wie der oben beschriebene Versuch in reinem Sauerstoffgase von gewöhnlicher Dichte [2]. Nach wiederholtem sorgfältigen Auswaschen des Recipienten mit Sauerstoff wurde von diesem Gase in der Glocke so viel belassen, dass dessen Dichte einem Drucke einer 150 Mm. hohen Quecksilbersäule entsprach, also dem Partialdrucke des Sauerstoffes in der Atmosphäre gleichkam.

Ich brauche wohl kaum zu bemerken, dass der so gefüllte Recipient sammt dem Teller auch bei diesem Versuche so tief in Wasser gestellt wurde, dass das Eindringen atmosphärischer Luft unmöglich war und dass derselbe, um den Gasdruck zu reguliren und ziemlich constant zu erhalten, mittelst eines Kautschukschlauches mit dem sauerstoffhältigen Gasometer in Verbindung blieb. — Das Ergebniss des Versuches bestätigte die gemachte Voraussetzung nur für *Phaseolus*, *Pisum*, *Ervum* und *Zea*: die Samen keimten und die Pflänzchen wuchsen ganz oder fast ganz so wie die daneben gestellten in atmospärischer Luft.

Die Versuche in mittelst der Luftpumpe verdünntem Sauerstoffe sind, besonders bei meinen beschränkten Mitteln, umständlich, und was die Reinheit des Gases anbelangt, jedenfalls, wie bemerkt, ungenau. Im Verlaufe des Monates Juni wiederholte ich dieselben mit den oben angeführten Samen in sechs Apparaten von der Construction Fig. 1, resp. 2, bei welchen die Röhren *A* jedoch mindestens die Länge von 130 Ctm. besassen. — Nachdem

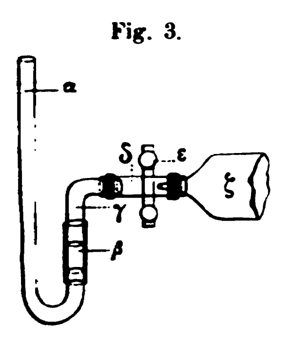
---

[1] Boussingault, compt. rend. tom. 60, pag. 876; 1865.

[2] Weitere Versuche mit *Avena*, *Hordeum*, *Secale* und *Triticum*, bei welchen die Blätter der vergeilten Keimpflanzen (alle Versuche wurden im Dunkel oder Halbdunkel gemacht), in reinem Sauerstoffgase von gewöhnlicher Dichte, wie ich schon oben hervorgehoben, die normale Länge erreichten, wurden für überflüssig erachtet.

der 63—65 Ctm. lange Schenkel α des U-förmigen Rohres Fig. 3 von unten her in das Rohr A eingeführt war, wurde dieses (mittelst einer Bunsen'schen Saugpumpe) zuerst ganz mit Wasser gefüllt, dann $^1/_5$ von dessen ganzem Inhalt frisch entwickelter Sauerstoff eingelassen und auf einer kleinen Schale in die Quecksilberwanne übertragen. Sodann wurde mittelst einer kleinen Handpumpe ζ das Wasser ausgesaugt. Es versteht sich von selbst, dass bei dieser etwas mühsamen Operation [1] der Quetscher ε nach jedem Kolbenzuge geschlossen und die Pumpe behufs ihrer Entleerung entfernt werden muss. Ebenso ist es klar, dass der mit dem Quetscher verschliessbare Kautschukschlauch δ ziemlich dickwandig sein muss, weil selber sonst, nachdem die Quecksilbersäule in A eine etwas beträchtlichere Höhe erreicht, zusammengedrückt würde. Ist die Quecksilbersäule auf etwa 60 Ctm. gehoben und das Wasser bis auf eine 2—3 Ctm. hohe Säule entfernt, so wird der äussere, im rechten Winkel gebogene Schenkel γ des U-förmigen Rohres aus der Kautschukverbindung β herausgenommen und zum Behufe der Absorption der bei der Keimung gebildeten Kohlensäure festes Ätzkali in der Quecksilbersäule aufsteigen gelassen. Um letztere immer auf ziemlich gleicher Höhe zu erhalten, leitet man täglich nach Bedarf ein- bis zweimal frisch entwickeltes Sauerstoffgas ein. — Um das Aufsteigen der Kalilauge an der inneren Röhrenwandung bis zu den Gefässen mit den Samen, resp. Keimpflanzen zu verhindern, wurde vor der Zusammenstellung jedes Apparates in der Röhre A, ungefähr 70 Ctm. von deren unteren Ende entfernt, ein Stückchen Paraffin geschmolzen und während des Erstarrens desselben die Röhre um ihre Längsachse gedreht.

Fig. 3.



Bei Versuchen mit diesen Apparaten erhielt ich dieselben Resultate wie in mittelst der Luftpumpe verdünntem Sauerstoffe.

---

[1] Diese kann man dadurch umgehen, dass man das Wasser der Röhre A Fig. 1 mit $^1/_5$ Sauerstoff und $^4/_5$ Kohlensäure verdrängt und letztere dann mit Ätzkali absorbirt.

Eine scheinbare Ausnahme machten die Bohnen und die Linsen. Die vergeilten Pflanzen aus diesen Samen hatten nämlich weit dickere Stengel als die in freier Luft gezogenen und waren dabei mannigfach hin und her gebogen. Ein gleiches war aber auch bei jenen Pflänzchen der Fall, welche in mit Wasserstoffe verdünntem Sauerstoffe oder in möglichst feuchter gewöhnlicher Luft gezogen wurden. Frei in die Luft gebracht, wachsen sie dann in normaler Weise weiter. Weitere Versuche zeigten, dass die auf einer festen Unterlage im Dunkeln sich entwickelnden Stengel der Bohnenkeimlinge zart und gerade sind, bei stützenlosem Wachsthume aber auch in gewöhnlicher Luft obige Form annehmen. Die in feuchter Atmosphäre, natürlich ebenfalls im Dunkeln cultivirten Bohnenkeimlinge besitzen wohl gerade Stengel, diese aber sind in der Regel stärker als bei jenen Pflanzen, welche aus gleich schweren Samen in trockener Luft gezogen wurden.

Ob die unvollständige Entwicklung etiolirter Keimpflanzen von *Helianthus*, *Lepidium* und *Linum* in verdünntem Sauerstoffgase vielleicht durch den geänderten Luftdruck bedingt sei, wage ich vorläufig nicht zu behaupten.

Vor Jahren habe ich gelegentlich meiner Versuche über die Ursache des Saftsteigens in den Pflanzen unter anderem auch viele Versuche gemacht über die Entwicklung von Weidenzweigen in gewöhnlicher Luft bei einem Überdrucke von 3—6 Atmosphären. Die dabei erhaltenen Resultate habe ich aus dem Grunde nicht veröffentlicht, weil ich einerseits mit denselben nichts anzufangen wusste, und weil ich anderseits leider immer vergebens hoffte, unter günstigeren Verhältnissen die Arbeit wieder aufnehmen zu können. Die in Wasser getauchten Stecklinge kommen nämlich in einer solchen Atmosphäre über die ersten Anfänge der Wurzelbildung und Knospenentfaltung nicht hinaus. Die Ursache dieser mir früher ganz räthselhaft gewesenen Erscheinung ist nun völlig klar: Die Entwicklung unterblieb deshalb, weil unter den hergestellten Bedingungen der Sauerstoff annähernd unter demselben partiären Drucke stand, unter welchem sich reines Sauerstoffgas bei gewöhnlichem Drucke befindet.

Aus den angeführten Versuchen ergibt sich die merkwürdige, in ihren Ursachen uns völlig räthselhafte Thatsache: dass das Wachsen von Pflanzen auf Kosten von Reservenahrung in reinem Sauerstoffe von gewöhnlicher Dichte in der Regel bis auf ein Minimum reducirt bleibt, dass dasselbe aber ebenso intensiv wie in atmosphärischer Luft erfolgt, wenn das Gas vermittelst der Luftpumpe oder durch Beimengung von Wasserstoff so verdünnt wird, dass es unter einem Drucke steht, welcher dem Partialdrucke des atmosphärischen Sauerstoffes entspricht oder selbst kleiner ist. — Ich zweifle nicht im mindesten, dass auch bei *Avena, Hordeum* etc. ein weiteres Wachsthum auf Kosten anorganischer Nährstoffe, selbst bei anderweitig möglichst günstigen Bedingungen, in reinem Sauerstoffgase von gewöhnlicher Dichte nicht stattfindet. — Das Unvermögen von Keimlingen, in reinem Sauerstoffgase von gewöhnlicher Dichte auf Kosten von Reservenahrung zu wachsen, ist um so auffälliger, als die Consumtion dieses Gases von denselben in gleicher Stärke fortdauert, wie bei deren Cultur in atmosphärischer Luft.

Nachschrift.

Zu meiner Befriedigung ersehe ich aus den mir eben zugekommenen Compt. rend. vom 16. Juni d. J. tom. 76 pag. 1493, dass Herr Bert bei seinen Vegetationsversuchen unter verschiedenem Luftdrucke zu ganz ähnlichen Resultaten wie ich gekommen ist.

XX. SITZUNG VOM 17. JULI 1873.

Herr Prof. Dr. Camil Heller in Innsbruck dankt für die ihm zum Zwecke der Untersuchung der Tunicaten des Adriatischen Meeres gewährte Subvention von 300 fl.

Herr Dr. L. J. Fitzinger überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Die Gattungen der europäischen Cyprinen nach ihren äusseren Merkmalen."

Herr Prof. Dr. Jos. Boehm legt eine Abhandlung: „Über den Einfluss der Kohlensäure auf das Ergrünen und Wachsthum der Pflanzen" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften und Künste, Südslavische: Rad. Knjiga XXIII. U Zagrebu, 1873; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt.) 11. Jahrgang, Nr. 20. Wien, 1873; 8°.

Arbeiten des kais. botanischen Gartens zu St. Petersburg. Band I, Lieferung 2; Band II, Lieferung 1. Petersburg, 1872 & 1873; 8°.

Bardot, Ad., Base d'une théorie générale des parallèles sans postulatum. Paris, 1873; 8°.

Centralbureau für die Europäische Gradmessung: General-Bericht für das Jahr 1872. Berlin, 1873; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVI, Nr. 26. Paris, 1873; 4°.

Dalton, Edward Tuite, Descriptive Ethnology of Bengal. Calcutta, 1872; 4°.

Evans, F. J., Elementares Handbuch über die Deviationen des Compasses mit besonderer Rücksichtnahme auf Eisenschiffe. Wien, 1873; 8°.

Gesellschaft, gelehrte estnische, zu Dorpat: Verhandlungen. VII. Band, 3. & 4. Heft. Dorpat, 1873; 8°. — Sitzungsberichte. 1872. Dorpat, 1873; 8°.

— österr. für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Band, Nr. 13. Wien, 1873; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 28. Wien, 1873; 4°.

Instituut, k., voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch Indië: Bijdragen. III. Volgreeks. VII. Deel, 3e en 4e Stuk. 's Gravenhage, 1873; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 14. Graz. 1873; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1873, Nr. 10. Wien; 8°.

Matković, Peter, Kroatien-Slavonien nach seinen physischen und geistigen Verhältnissen. Denkschrift zur Wiener Weltausstellung 1873. Agram, 1873; 8°.

Moniteur scientifique du Dteur Quesneville. 3e Série, Tome III, 379e Livraison. Paris, 1873; 4°.

Nature. Nr. 193, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Paić, Moses, Neueste, leichtfassliche Veranschaulichungsmittel für die mathematische Geographie etc. Wien, 1873; 8°.

Plantamour, E., Observations faites dans les stations astronomiques suisses. Genève, Bale, Lyon, 1873; 4°. — Résumé météorologique de l'année 1872 pour Genève et le Grand Saint-Bernard. Genève, 1873; 8°.

Protocoll über die Verhandlungen der XLIX. General-Versammlung der Actionäre der a. pr. Kaiser Ferdinands-Nordbahn. Wien, 1873; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1873. Nr. 9. Wien; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatschrift für Forstwesen. XXIII. Band, Jahrgang 1873. Juli-Heft. Wien; 8°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. IIIe Année, 2e Série, Nr. 2. Paris, 1873; 4°.

Schrauf, Albrecht, Atlas der Krystallformen des Mineralreiches. IV. Lieferung. Wien, 1873; 4°.

Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux: Mémoires. Tome IX, 1[er] Cahier. Paris & Bordeaux, 1873; 8°.

— Linnéenne du Nord de la France: Bulletin mensuel. Nrs. 5—9. November 1872—Mars 1873. Amiens; 8°.

Society, The Asiatic, of Bengal: Journal 1872. Part I, Nrs. 3 & 4; Part II, Nr. 14. Calcutta; 8°. — Proceedings. 1872, Nr. X; 1873, Nr. I. Calcutta; 8°. — *Bibliotheca Indica.* New Series, Nrs. 272 & 273. Calcutta, 1873; 8°.

— The Royal Geographical, of London: Proceedings. Vol. XVII, Nr. 2. London, 1873; 8°.

Verein, k. ungar. naturwissenschaftlicher: Közlöny. IV. Kötet, 29—40ik füzet. Pest, 1872; kl. 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 28. Wien, 1873; 4°.

Ziegelfabriks- und Bau-Gesellschaft, Die Wienerberger, zur Zeit der Wiener Weltausstellung 1873. Wien, 1873; gr. 8°.

Die Gattungen der europäischen Cyprinen nach ihren äusseren Merkmalen.

Von dem w. M. Dr. **Leop. Jos. Fitzinger.**

Schon Gmelin fühlte das Bedürfniss, die grosse Masse der zu seiner Zeit bekannt gewesenen Arten der Linné'schen Gattung Cyprinus, welche in der Folge zu einer besonderen Familie erhoben wurde und der heutigen Familie der Cyprinoiden entspricht, nach den ihnen zukommenden auffallendsten Merkmalen in mehrere Gruppen zu scheiden und brachte dieselben in der von ihm besorgten dreizehnten Ausgabe von Linné's „Systema Naturae" — die im Jahre 1788 zu Leipzig erschien, — in vier verschiedene Abtheilungen, und zwar:

1. Cyprinen mit Bartfäden am Munde,
2. ohne Bartfäden, mit ungetheilter Schwanzflosse,
3. ohne Bartfäden, mit dreitheiliger Schwanzflosse, und
4. ohne Bartfäden, mit zweitheiliger Schwanzflosse.

Dass diese Eintheilung grossentheils nur eine künstliche war und höchstens für den damaligen Stand der Wissenschaft genügend erscheinen konnte, ist wohl einleuchtend; doch war hierdurch immerhin der erste Schritt zu einer Scheidung jener grossen Thiergruppe in mehrere Abtheilungen gethan.

Cuvier brachte dieselbe in seinem 1793 veröffentlichten „Tableau élémentaire de l'histoire naturelle des animaux" nur in zwei Abtheilungen;

1. Cyprinen mit Bartfäden und
2. ohne Bartfäden.

Die von Gmelin in Vorschlag gebrachte Eintheilung nach der Gestalt der Schwanzflosse liess er fallen, da er die Wandelbarkeit und Unhaltbarkeit dieses Merkmales nach den reichen Erfahrungen,

die er schon zu jener Zeit gewonnen, unmöglich übersehen konnte, während er das von den Bartfäden hergenommene Merkmal, das sich bis zur Stunde als ein sehr beständiges und zur Scheidung der Cyprinen in zwei grosse Hauptgruppen wohl geeignetes erwiesen hat, beibehalten hatte.

In der ersten, im Jahre 1817 erschienenen Ausgabe seines „Règne animal" versuchte er aber die Linné'sche Gattung Cyprinus in mehrere Gattungen zu zerfällen, indem er die auffallendsten Formen derselben nach gewissen ihnen zukommenden äusseren Merkmalen ausschied und besondere Gattungen aus denselben errichtete, denen er in der im Jahre 1829 zur Veröffentlichung gelangten zweiten Ausgabe dieses Werkes noch einige wenige andere hinzufügte.

So natürlich auch manche dieser Gattungen bezüglich ihrer Abgrenzung sich gestalten, so waren doch in mehreren anderen wieder Formen zusammengehäuft, die sich nichts weniger als nach natürlicher Verwandtschaft mit einander vereinigt darstellten; daher sich auch bald das Bedürfniss fühlbar machte, diesem Übelstande abzuhelfen.

Agassiz trennte nun, und zwar ebenfalls blos auf äussere Merkmale gestützt, mehrere seither nicht natürlich mit einander vereinigt gewesene Formen in der Einleitung zu seiner im ersten Bande der „Mémoires de la Societé des Sciences naturelles de Neuchatel" im Jahre 1835 erschienenen „Description de quelques espèces de Cyprins du Lac de Neufchatel" von denselben ab, indem er besondere Gattungen aus ihnen bildete, und erzielte hierdurch eine grossentheils natürliche Gruppirung der zur Familie der Cyprinen gehörigen Formen.

Eine Hauptschwierigkeit hierbei war aber immer die Feststellung von sicheren und unwandelbaren Merkmalen.

Heckel, der sich schon beim Beginne seiner wissenschaftlichen Laufbahn vorzugsweise diesen Gegenstand zur genaueren Erforschung ausgewählt hatte, fühlte diese Schwierigkeit ebenso, wie alle Ichthyologen, die sich mit dem Studium dieser Familie besonders beschäftigten. Die äusseren Merkmale der zahlreichen verschiedenen Formen derselben schienen ihm unzureichend zu sein, um mittelst deren Hilfe allein durchgehends natürliche Gattungen zu bilden.

Er griff sonach nach einem anderen Merkmale, das nicht zu den äusseren Kennzeichen gehört, und zwar zur Beschaffenheit der Schlundzähne, einem Merkmale, auf welches Agassiz schon früher in der obengenannten Schrift flüchtig hingedeutet hatte, indem er dasselbe als ein gutes Unterscheidungsmerkmal der Cyprinen bezeichnete.

Zu diesem Zwecke legte er zuvörderst eine Sammlung sorgfältig präparirter Schlundkiefer aller ihm zu Gebote gestandenen Arten dieser Familie an, um dieselben genauer prüfen und die sich ergebenden Verschiedenheiten leichter übersehen zu können.

Das Ergebniss dieser Prüfung schien ihm zu genügen, die einzelnen Gattungen dieser Familie hauptsächlich nach diesem Merkmale fest und sicher zu begrenzen und er veröffentlichte sonach im Jahre 1835 im I. Bande der Annalen des Wiener Museums der Naturgeschichte vorerst als Anhang zu einer Abhandlung „Über einige neue oder nicht gehörig unterschiedene Cyprinen", eine „Systematische Darstellung der europäischen Gattungen dieser Gruppe", und acht Jahre später 1843, im zweiten Theile des ersten Bandes von Russegger's Reisen, eine „Neue Classification und Charakteristik sämmtlicher Gattungen der Cyprinen", welche auch in Separatabdrücken ausgegeben wurde.

Mit wahrer Befriedigung wurde diese jedenfalls höchst verdienstliche Arbeit von allen seinen Fachgenossen aufgenommen und mit ungetheiltem Beifalle begrüsst, da man hierin die Lösung einer Aufgabe gefunden zu haben glaubte, welche seither schon mehrfach, doch immer vergebens angestrebt worden war; und in der That schien es auch, dass hierdurch natürlich abgegrenzte Gattungen zu Stande gebracht worden seien.

Ob diess jedoch wirklich der Fall ist und ob sich überhaupt das Hauptmerkmal, auf welches Heckel seine systematische Eintheilung der Cyprinen gründete, als solches bewährt, wird sich aus Nachstehendem ergeben.

Unterzieht man die zahlreichen Formen dieser Thierfamilie bezüglich der Bildung ihrer Schlundzähne einer gegenseitigen Vergleichung, so ergeben sich allerdings so manche und zum Theile sehr auffallende Unterschiede bezüglich der Gestalt dieser Zähne im Allgemeinen; und diese Verschiedenheiten haben Heckel bewogen, dieselben als Eintheilungsprincip zu benützen

und die Familie der Cyprinen hiernach in nachstehende Gruppen zu theilen; und zwar:

Cyprinen mit Mahlzähnen *(dentibus molaribus)*,

„ mit becherförmigen Zähnen *(dentibus calyciformibus)*,

„ mit meissel- oder spatelförmigen Zähnen *(dentibus scalpriformibus)*,

„ mit keulenförmigen Zähnen *(dentibus clavatis)*,

„ mit löffelförmigen Zähnen *(dentibus cochleariformibus)*,

„ mit messerförmigen Zähnen *(dentibus cultriformibus)*,

„ mit Drückzähnen *(dentibus contusoriis)*,

„ mit Greifzähnen *(dentibus prehensilibus)*, und

„ mit Fangzähnen *(dentibus raptatoriis)*.

Versucht man nun die einzelnen, nach der Übereinstimmung in der Form ihrer Schlundzähne zu Gattungen vereinigten Arten nach jenen Hauptmerkmalen zusammenzustellen, so treffen wir

in der Gruppe der Cyprinen mit Mahlzähnen, die Gattung Cyprinus,

in der mit becherförmigen Zähnen, die Gattung Carpio,

in jener mit meissel- oder spatelförmigen Zähnen, die Gattungen Carassius und Aulopyge,

mit keulenförmigen Zähnen, die Gattung Tinca,

mit löffelförmigen Zähnen, die Gattung Barbus,

mit messerförmigen Zähnen, die Gattungen Rhodeus und Chondrostoma,

mit Drückzähnen, die Gattungen Abramis, Leucaspius, Leuciscus und Phoxinellus,

mit Greifzähnen, die Gattung Blicca, und

in der Gruppe mit Fangzähnen, die Gattungen Gobio, Pelecus, Aspius, Alburnus, Idus, Scardinius, Squalius, Telestes und Phoxinus.

Schon ein flüchtiger Blick auf diese Zusammenstellung lässt erkennen, wie unnatürlich sich die einzelnen Gattungen nach diesen Merkmalen aneinander reihen und wie höchst entfernt oft die Verwandtschaft ist, in der sie hiernach zu einander stehen.

Vorzüglich fällt diess bei den Gruppen mit spatelförmigen, messerförmigen Drück- und Fangzähnen auf, in denen Gattungen enthalten sind, die nach den ihnen zukommenden äusseren Merkmalen — welche doch ihre gegenseitige Verwandtschaft zunächst erkennen lassen und nach allen Regeln in der Zoologie hierbei als massgebend zu betrachten sind — nicht die geringste Ähnlichkeit mit einander haben und weit von einander verschieden sind.

Ausser der Gestalt der Schlundzähne hat Heckel aber auch noch die Stellung, Zahl und Vertheilung derselben in den beiden Schlundkieferhälften als ein Hauptmerkmal zur Feststellung und Abgrenzung der Gattungen benützt, und auch hierin sind ihm alle späteren Ichthyologen und selbst der durch seine Gründlichkeit und gewissenhafte Sorgfalt und Genauigkeit ausgezeichnete, hochgefeierte Zoologe Siebold gefolgt, obgleich derselbe bei seinen zahlreichen Untersuchungen an einer grossen Anzahl von Exemplaren der verschiedensten Arten einzelner Gattungen häufig die Unbeständigkeit dieses Merkmales zu erproben Gelegenheit hatte, wie er denn auch niemals unterlassen hatte, in seinem wahrhaft classischen Werke „Die Süsswasserfische von Mitteleuropa" auf diese Unregelmässigkeiten und Abweichungen ausdrücklich hinzuweisen und dieselben besonders hervorzuheben.

Auffallende Beweise von der Unbeständigkeit der Stellung sowohl, als auch der Zahl und Vertheilung der Schlundzähne, geben die von Heckel theils angenommenen, theils neu aufgestellten Gattungen Gobio, — Tinca, — Blicca, — Alburnus, — Squalius, — Leuciscus, — Phoxinus, — und vorzüglich Leucaspius — und Chondrostoma, sowie auch die beiden, nur provisorisch von Siebold aufgestellten Gattungen Abramidopsis und Bliccopsis, welche jedoch offenbar nur Bastardbildungen sind.

Überhaupt haben das starre Festhalten an den von ihm aufgestellten Zahnformeln, und das volle Vertrauen, das er in ihre Untrüglichkeit gesetzt, Heckel zu so manchen Irrthümern und Fehlgriffen verleitet, die hauptsächlich durch die gründlichen Untersuchungen Siebold's aufgedeckt wurden, und durch dieselben berichtigt und wohl auf immer erscheucht worden sind.

Das grosse Gewicht, welches Heckel auf die Beschaffenheit der Schlundzähne der verschiedenen, zur Familie der Cyprinen gehörigen Formen legte, um mit Hilfe dieses Kennzeichens die Gattungen derselben schärfer als diess bisher der Fall war, zu begrenzen und dieselben natürlicher aneinander zu reihen, erweiset sich sonach bei genauerer Prüfung keineswegs als fest begründet; und so sehr auch selbst die hervorragendsten Notabilitäten unter den Zoologen der Neuzeit den Anschauungen Heckel's in dieser Beziehung huldigen, so will es mir doch scheinen, dass es mehr die Vorliebe ist, welche die der neueren Richtung in der Zoologie folgenden Naturforscher für innere Merkmale bekunden, die dieselben bestimmt, der Beschaffenheit der Schlundzähne so hohen Werth einzuräumen, um auf dieses Merkmal Gattungen zu gründen, als eine wirklich vorhandene Nothwendigkeit zu einem solchen Auskunftsmittel greifen zu müssen.

Kann es schon an und für sich nur als ein Übelstand betrachtet werden, bei Charakterisirung von Gattungen und Arten zu Merkmalen Zuflucht nehmen zu müssen, welche äusserlich nicht wahrzunehmen sind, so erscheint diess um so misslicher, wenn solche Merkmale — wie diess bei den Schlundzähnen der Fall ist — ohne eine Beschädigung oder wohl gar Verstümmelung des Objectes nicht ersichtlich gemacht werden können.

Es frägt sich nun, ob es denn wirklich nothwendig oder wohl gar unerlässlich sei, zur Erzielung einer scharfen und natürlichen Abgrenzung der Gattungen und Arten der Cyprinen die Beschaffenheit der Schlundzähne in's Auge zu fassen, und ob es nicht möglich wäre, eine solche auch ohne Zuhilfnahme dieses Merkmales blos durch Berücksichtigung der äusseren Kennzeichen zu erreichen.

Diess zu versuchen habe ich mir nun zur Aufgabe gestellt und glaube das von mir angestrebte Ziel auch ohne Rücksichtnahme auf die Schlundzähne erreicht zu haben.

Zwar haben auch meine Vorgänger neben den von den Schlundzähnen abgeleiteten Hauptkennzeichen, gewisse äussere Merkmale zur Charakterisirung der von ihnen angenommenen oder neu aufgestellten Gattungen benützt; doch waren dieselben nicht zureichend, so manche dieser Gattungen vor der Einmen-

gung fremdartiger Elemente zu bewahren und dieselben natürlicher und mit genügender Schärfe zu begrenzen.

Um diesem Mangel abzuhelfen, habe ich mehrere andere, bei der Aufstellung von Gattungen seither noch nicht gehörig benützte Merkmale, bei jenen Gattungen, wo diess nöthig erschien, in Anwendung zu bringen versucht; so die Körperform im Allgemeinen, die verhältnissmässige Grösse und Beschaffenheit der Schuppen, die Tiefe der Mundspalte und die Ausdehnung der Rücken- und Afterflosse, indem ich ihre Stellung genauer als diess bisher geschehen, bezeichnete.

Durch Anwendung dieser Mittel wurde ich in den Stand gesetzt, alle jene Arten, welche ihren äusseren Merkmalen zu Folge zunächst mit einander verwandt und beinahe untrennbar von einander sind, ins besondere Gruppen oder Gattungen zusammenzufassen und die seither mit denselben unnatürlich vereinigt gewesenen Formen auszuscheiden und besondere Gruppen oder Gattungen aus ihnen zu bilden.

Allerdings war ich hierbei gezwungen, eine der von Heckel aufgestellten und später auch von Siebold angenommenen Gattungen völlig aufzugeben und dieselbe mit einer anderen Gattung zu verschmelzen, und zwar die Gattung Carpio, welche unzweifelhaft blos auf einer Bastardform beruht und schon aus diesem Grunde den Regeln in der Systematik zu Folge nicht als eine besondere Gattung gelten kann, die ich desshalb auch der Gattung Cyprinus einverleiben musste.

Ebenso war ich genöthigt, jener Grundregel der naturhistorischen Systematik gemäss, die beiden zwar nur provisorisch von Siebold aufgestellten Gattungen Abramidopsis und Bliccopsis eingehen zu lassen und erstere mit der Gattung Abramis, letztere mit der Gattung Blicca zu vereinigen, da beide ohne Zweifel gleichfalls nur Bastarde sind.

Andererseits musste ich aber auch die Zahl der Gattungen wieder mit einigen neu aufgestellten vermehren und manche der von Heckel, Kner und Siebold angenommenen Gattungen in mehrere scheiden, um durch Abtrennung gewisser seither zu denselben gezählten Formen, die sich von den übrigen durch besondere, nur ihnen allein zukommende Merkmale unterscheiden und auch in nächster Verwandtschaft mit einander stehen,

nicht zu verschiedenartige Merkmale in einer und derselben Gattung zusammenzuhäufen und eine schärfere Sonderung derselben zu erzielen, wodurch sie auch natürlicher begrenzt erscheinen.

So habe ich die Gattung Abramis in drei Gattungen getrennt; Abramis *(Abr. Brama)*, — Zopa *(Abr. Ballerus* und *Sapa)*, — und Vimba *(Abr. Vimba* und *melanops)*;

die Gattung Leuciscus in vier Gattungen geschieden; Rubellus *(Leucisc. Rutilus* und *Pigus)*, zu welcher Gattung ich die meisten Arten der Heckel'schen Gattung Leucos *(Leucos Aula, Rubella* und *Basak)* zog, die auch schon Siebold in die Gattung Leuciscus eingereiht hatte; — ferner Leucos *(Leucos adspersus)*, die aber nur eine einzige Art der gleichnamigen Heckel'schen Gattung enthält und auf einem ganz anderen Merkmale als diese beruht; — dann Orfus *(Leucisc. Virgo)*; — und Leuciscus *(Leucisc. Meidingeri)*;

die Gattung Squalius in fünf Gattungen zerfällt: Squalius *(Squal. Lepusculus)*, — Cephalus *(Squal. Dobula)*, — Cephalopsis *(Squal. Svallize, illyricus, cavedanus* und *albus)*, — Habrolopis *(Squal. Ukliva* und *Turskyi)*, — und Bathystoma *(Squal. microlepis* und *tenellus)*;

die Gattung Chondrostoma endlich in zwei Gattungen getheilt; Chondrostoma *(Chondr. Nasus, Genei, Soëtta* und *Knerii)*, und Machaerochilus *(Chondr. Phoxinus)*.

Da ich in letzterer Zeit, wo ich mich dem ichthyologischen Studium wieder zugewendet, nicht Gelegenheit hatte, meine Untersuchungen auch auf aussereuropäische Formen der Cyprinen auszudehnen, so muss ich mich lediglich auf die europäischen Formen allein beschränken, welche jedoch die bei weitem grössere Mehrzahl in dieser Thierfamilie bilden.

Ich gebe somit die Charaktere der von mir angenommenen älteren Gattungen sowohl, als der von mir neu aufgestellten, welche durchaus auf äusseren Merkmalen beruhen und die ich bei jeder einzelnen Gattung vollständig durchgeführt habe, und füge bei jeder einzelnen Gattung anhangsweise auch die Beschaffenheit der Schlundzähne, ihre Zahl und Stellung bei, um hieraus ersichtlich zu machen, in wieferne dieses Merkmal mit den äusseren übereinstimmt.

Uebersicht der Gattungen der europäischen Cyprinen.

1. Gatt. Kahlbarbe (*Aulopyge*).

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher einfach. Der Mund ist mit vier Bartfäden besetzt, zwei Oberkiefer- und zwei Eckbarten. Rücken- und Afterflosse sind kurz und die Rückenflosse ist mit einem starken Knochenstrahle versehen. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After abgerundet, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch sind von keiner Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt über den Bauchflossen und endigt etwas vor der Afterflosse. Der Mund ist unterständig und seicht gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten und beide Lappen derselben sind von gleicher Länge. Der Leib ist mässig zusammengedrückt. Schuppen fehlen gänzlich.

Die Schlundzähne sind meisselförmige Zähne, jederseits in einfacher Reihe gestellt, mit abgestutzten, von einer Längsfurche durchzogenen Kronen.

Zahnformel 4—4.

2. Gatt. Barbe (*Barbus*).

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist mit vier Bartfäden besetzt, zwei Oberkiefer- und zwei Eckbarten. Rücken- und Afterflosse sind kurz und die Rückenflosse ist mit einem starken, oder auch nicht sehr starken Knochenstrahle versehen. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After abgerundet, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt ziemlich weit oder auch nur etwas vor den Bauchflossen, oder über dem Vorderrande derselben und endigt sehr weit vor der Afterflosse. Der Mund ist unterständig und tief gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten und beide Lappen derselben sind von gleicher Länge. Der Leib ist gerundet. Die Schuppen sind klein.

Die Schlundzähne sind löffelförmige Zähne, jederseits in dreifacher Reihe gestellt, mit kegelförmigen, in einen Haken endigenden Kronen, und die beiden hinteren mit löffelförmigen Aushöhlungen an der Hinterseite der Hakenkrone.

Zahnformel 2.3.5.

3. Gatt. **Karpf** *(Cyprinus)*.

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist mit vier Bartfäden besetzt, zwei Oberkiefer- und zwei Eckbarten, von denen einer oder auch mehrere bisweilen fehlen. Die Rückenflosse ist lang, die Afterflosse kurz und beide sind mit einem starken Knochenstrahle versehen. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After abgerundet, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt über dem Vorderrande der Bauchflossen und endigt über dem Hinterrande der Afterflosse oder auch über dem hinteren Ende derselben. Der Mund ist endständig und ziemlich tief gespalten. Die Schwanzflosse ist tief halbmondförmig ausgeschnitten und beide Lappen derselben sind von gleicher Länge. Der Leib ist mässig zusammengedrückt. Die Schuppen sind gross, oder auch sehr gross und dann blos längs des Rückens und an der Seitenlinie, oder auch in einer bis drei Längsreihen an den Seiten vorhanden, und in den beiden letzteren Fällen im Alter sehr leicht abfallend, wodurch die Haut bisweilen vollständig kahl erscheint.

Die Schlundzähne sind entweder Mahlzähne, jederseits in dreifacher Reihe gestellt, mit theilweise flachen und von mehreren Längsfurchen durchzogenen Kronen, oder becherförmige Zähne in doppelter, seltener in einfacher, und noch seltener in dreifacher Reihe gestellt, oder auch rechts in einfacher, links in doppelter, oder rechts in doppelter, links in dreifacher Reihe, mit zum Theile flachen, von einer einfachen Längsfurche durchzogenen Kronen.

Zahnformel: 1.1.3 oder 1.4, oder 3—3, oder 1.1.4, oder rechts 4, links 1.4, oder rechts 1.4, links 1.1.4.

4. Gatt. **Gründling** *(Gobio)*.

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist mit zwei Bartfäden besetzt, die Eckbarten sind. Rücken- und Afterflosse sind kurz und beide ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After abgerundet, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt etwas vor den Bauchflossen und endigt ziemlich weit vor der Afterflosse. Der Mund ist unterständig und tief gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten und beide Lappen derselben sind von gleicher Länge. Der Leib ist gerundet. Die Schuppen sind ziemlich klein.

Die Schlundzähne sind Fangzähne, jederseits in doppelter Reihe gestellt, mit seitlich zusammengedrückten, kerblosen und in einen starken Haken endigenden Kronen.

Zahnformel: 3.5, oder rechts 2.5, links 3.5.

5. Gatt. **Schleihe** *(Tinca)*.

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist mit zwei Bartfäden besetzt, die Eckbarten sind. Rücken- und Afterflosse sind kurz und beide ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After abgerundet, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt über den Bauchflossen und endigt etwas vor der Afterflosse. Der Mund ist endständig und seicht gespalten. Die Schwanzflosse ist schwach eingebuchtet und beide Lappen derselben sind von gleicher Länge. Der Leib ist mässig zusammengedrückt. Die Schuppen sind sehr klein.

Die Schlundzähne sind keulenförmige Zähne, jederseits in einfacher Reihe gestellt, mit abgeschliffenen, von einer Längs-

furche durchzogenen und an der inneren Ecke meist mit einem gegen die Kaufläche gekrümmten Haken versehenen Kronen.

Zahnformel: 5—5, oder rechts 4, links 5, oder rechts 5, links 4.

6. Gatt. Karausche (*Carassius*).

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Die Rückenflosse ist ziemlich lang, die Afterflosse kurz und beide sind mit einem starken Knochenstrahle versehen. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After abgerundet, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt vor den Bauchflossen und endigt fast über der Mitte der Afterflosse. Der Mund ist endständig und seicht gespalten. Die Schwanzflosse ist schwach ausgeschnitten und beide Lappen derselben sind von gleicher Länge. Der Leib ist stark oder auch nur ziemlich stark zusammengedrückt. Die Schuppen sind gross.

Die Schlundzähne sind spatelförmige Zähne, jederseits in einfacher Reihe gestellt, mit flachen, von einer Längsfurche durchzogenen Kronen.

Zahnformel: 4—4.

7. Gatt. Bitterling (*Rhodeus*).

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Rücken- und Afterflosse sind ziemlich lang und die Rückenflosse ist mit einem abgeplatteten Knochenstrahle versehen. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After abgerundet, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt hinter den Bauchflossen und endigt fast über der Mitte der Afterflosse. Der Mund ist halb unterständig und seicht gespalten. Die Schwanzflosse ist schwach ausgeschnitten und beide Lappen

derselben sind von gleicher Länge. Der Leib ist stark zusammengedrückt. Die Schuppen sind gross.

Die Schlundzähne sind messerförmige Zähne, jederseits in einfacher Reihe gestellt, mit seitlich zusammengedrückten, schräg abgeschliffenen Kronen und schmalen, mit einer Längsfurche versehenen Kauflächen.

Zahnformel: 5--5.

8. Gatt. Blicke *(Blicca)*.

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Die Rückenflosse ist kurz, die Afterflosse ziemlich lang und beide sind ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After schneidig, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und die Bauchkante sind von einer schuppenlosen Längsfurche durchzogen oder auch mit Schuppen bedeckt. Die Rückenflosse beginnt ziemlich weit hinter den Bauchflossen und endigt über dem Vorderrande der Afterflosse. Der Mund ist halb unterständig oder endständig und seicht gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten, der untere Lappen derselben länger als der obere oder fast von gleicher Länge wie derselbe. Der Leib ist sehr stark oder auch und ziemlich stark zusammengedrückt. Die Schuppen sind ziemlich klein.

Die Schlundzähne sind Greifzähne, jederseits in doppelter Reihe gestellt, mit seitlich zusammengedrückten, schräg abgeschliffenen Kronen und schmalen, mit einer Längsfurche und vor ihrer Spitze auch mit einer Kerbe versehenen Kauflächen, oder auch mit auf der Innenseite mehrmals gekerbten oder gezähnelten und bisweilen in einen Haken auslaufenden Kauflächen.

Zahnformel: 2.5, oder 3.5, oder rechts 2.5, links 3.5, oder rechts 3.5, links 2.5.

9. Gatt. Brachse *(Abramis)*.

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Die Rückenflosse ist kurz, die After-

flosse lang oder ziemlich lang und beide sind ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After schneidig, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und die Bauchkante sind von einer schuppenlosen Längsfurche durchzogen oder auch mit Schuppen bedeckt. Die Rückenflosse beginnt ziemlich weit oder auch nur etwas hinter den Bauchflossen und endigt über dem vorderen Theile der Afterflosse oder über deren Vorderrande. Der Mund ist halb unterständig oder endständig und seicht gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten, der untere Lappen derselben länger als der obere oder fast von gleicher Länge wie derselbe. Der Leib ist stark oder auch nur ziemlich stark zusammengedrückt. Die Schuppen sind ziemlich klein.

Die Schlundzähne sind Drückzähne, jederseits in einfacher oder auch doppelter, oder rechts in einfacher, links in doppelter Reihe gestellt, mit seitlich zusammengedrückten, schräg abgeschliffenen Kronen und schmalen, mit einer Längsfurche und vor ihrer Spitze auch mit einer Kerbe versehenen Kauflächen.

Zahnformel: 5—5, oder rechts 5, links 6, oder rechts 5, links 1. 5—6, oder rechts 1. 5, links 1. 5, oder rechts 1. 5, links 2. 5, oder rechts 2. 5, links 1. 5, oder rechts 2. 5, links 2. 6.

10. Gatt. Zope *(Zopa)*.

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Die Rückenflosse ist kurz, die Afterflosse sehr lang und beide sind ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After schneidig, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und die Bauchkante sind von einer schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt weit oder ziemlich weit hinter den Bauchflossen und endigt über dem vorderen Theile der Afterflosse. Der Mund ist endständig oder halb unterständig und seicht gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten, der untere Lappen derselben länger als der obere. Der Leib ist sehr stark zusammengedrückt. Die Schuppen sind ziemlich klein.

Die Schlundzähne sind Drückzähne, jederseits in einfacher eihe gesstellt, mit seitlich zusammengedrückten, schräg abgebliffenen Kronen und schmalen, mit einer Längsfurche und r ihrer Spitze auch mit einer Kerbe versehenen Kauflächen.

Zahnformel: 5—5.

11. Gatt. Zärthe (*Vimba*).

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Die Rückenflosse ist kurz, die Afterflosse ziemlich lang und beide sind ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After schneidig. Der Hinterrücken der Länge nach gekielt. Der Vorderrücken und die Bauchkante sind von einer schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt etwas hinter den Bauchflossen und endigt ziemlich weit vor der Afterflosse. Der Mund ist unterständig und tief gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten, der untere Lappen derselben etwas länger als der obere oder fast von gleicher Länge wie derselbe. Der Leib ist stark zusammengedrückt. Die Schuppen sind ziemlich klein.

Die Schlundzähne sind Drückzähne, jederseits in einfacher eihe gestellt, mit seitlich zusammengedrückten, schräg abgebliffenen Kronen und schmalen, mit einer Längsfurche und vor er Spitze auch mit einer Kerbe versehenen Kauflächen.

Zahnformel: 5—5.

12. Gatt. Sichling (*Pelecus*).

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. lund ist bartenlos. Die Rückenflosse ist kurz, die Afterflosse ang und beide sind ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer in eine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist etwas vor-. Der Bauch ist seiner ganzen Länge nach schneidig, der ücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch n keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die losse beginnt über dem vorderen Theile der Afterflosse

und endigt noch vor deren Mitte. Der Mund ist endständig und tief gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten, der untere Lappen derselben länger als der obere. Der Leib ist sehr stark zusammengedrückt. Die Schuppen sind klein und von sehr undeutlichen Strahlen durchzogen.

Die Schlundzähne sind Fangzähne, jederseits in doppelter Reihe gestellt, mit zusammengedrückten, tief sägeförmig gekerbten und in einen starken Haken endigenden Kronen.

Zahnformel: 2.5.

13. Gatt. Laube (*Alburnus*).

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Die Rückenflosse ist kurz, die Afterflosse lang und beide sind ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in eine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist etwas vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After schneidig, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und die Bauchkante sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt ziemlich weit hinter den Bauchflossen oder auch nur etwas hinter denselben und endigt über, oder auch etwas vor oder hinter dem Vorderrande der Afterflosse. Der Mund ist endständig und tief gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten, der untere Lappen derselben etwas länger als der obere. Der Leib ist stark, mässig oder auch nur schwach zusammengedrückt. Die Schuppen sind ziemlich klein und von mehr oder weniger deutlichen Strahlen durchzogen.

Die Schlundzähne sind Fangzähne, jederseits in doppelter Reihe gestellt, mit seitlich zusammengedrückten, mehrmals gekerbten oder auch kerblosen und in einen starken Haken endigenden Kronen.

Zahnformel: 2.5, oder rechts 2.5, links 3.5.

14. Gatt. Raapfe (*Aspius*).

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Die Rückenflosse ist kurz, die Afterflosse

ziemlich lang und beide sind ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in eine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist etwas vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After schneidig, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und die Bauchkante sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt etwas hinter den Bauchflossen und endigt etwas vor der Afterflosse. Der Mund ist endständig und tief gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten, der untere Lappen derselben fast von gleicher Länge wie der obere. Der Leib ist sehr schwach zusammengedrückt, beinahe gerundet. Die Schuppen sind klein und von sehr deutlichen Strahlen durchzogen.

Die Schlundzähne sind Fangzähne, jederseits in doppelter Reihe gestellt, mit kegelförmigen, kerblosen und in einen starken Haken endigenden Kronen.

Zahnformel: 3.5.

15. Gatt. Raapfenlaube (*Leucaspius*).

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Die Rückenflosse ist kurz, die Afterflosse nicht sehr lang und beide sind ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in eine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist etwas vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After schneidig, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und die Bauchkante sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt etwas hinter den Bauchflossen und endigt über dem Vorderrande der Afterflosse. Der Mund ist endständig und tief gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten und beide Lappen sind von gleicher Länge. Der Leib ist schwach zusammengedrückt. Die Schuppen sind ziemlich klein und nicht von Strahlen durchzogen.

Die Schlundzähne sind Drückzähne, jederseits in einfacher, oder auch rechts in einfacher, links in doppelter Reihe, oder in beiden Schlundkieferhälften in doppelter Reihe gestellt, mit seitlich zusammengedrückten, sägeförmig gekerbten und in einen Haken endigenden Kronen.

Zahnformel: 5—5, oder rechts 4, links 5, oder rechts 4, links 1—2.5, oder rechts 1—2.4, links 1—2.5, oder rechts 1.5, links 2.5.

16. Gatt. Plötze (*Scardinius*).

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Rücken- und Afterflosse sind kurz und beide ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After schneidig, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und die Bauchkante sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt ziemlich weit hinter den Bauchflossen oder auch nur etwas hinter denselben, und endigt über oder etwas vor dem Vorderrande der Afterflosse, oder auch weit vor derselben. Der Mund ist endständig und ziemlich tief gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten und beide Lappen derselben sind von gleicher Länge. Der Leib ist mässig zusammengedrückt. Die Schuppen sind gross.

Die Schlundzähne sind Fangzähne, jederseits in doppelter Reihe gestellt, mit seitlich zusammengedrückten, an der Innenseite tief gekerbten oder gesägten und in einen starken Haken endigenden Kronen.

Zahnformel: 3.5.

17. Gatt. Röthling (*Rubellus*).

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Rücken- und Afterflosse sind kurz und beide ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After abgerundet, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt über dem Hinterrande der Bauchflossen oder auch über oder etwas hinter denselben und endigt ziemlich weit vor der Afterflosse. Der Mund ist endständig und seicht gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten

und beide Lappen derselben sind von gleicher Länge. Der Leib ist mässig zusammengedrückt. Die Schuppen sind gross.

Die Schlundzähne sind Drückzähne, jederseits in einfacher Reihe gestellt, die vorderen mit kegelförmigen, die hinteren mit seitlich zusammengedrückten, mehrmals gekerbten Kronen und schräge abgeschliffenen, nach Innen in einen Haken auslaufenden Kauflächen.

Zahnformel: 5—5, oder rechts 5, links 6.

18. Gatt. Nerfling (*Orfus*).

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Rücken- und Afterflosse sind kurz und beide ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After abgerundet, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt über den Bauchflossen und endigt ziemlich weit vor der Afterflosse. Der Mund ist unterständig und seicht gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten, der untere Lappen derselben etwas länger als der obere. Der Leib ist mässig zusammengedrückt. Die Schuppen sind gross.

Die Schlundzähne sind Drückzähne, jederseits in einfacher Reihe gestellt, die vorderen mit kegelförmigen, die hinteren mit seitlich zusammengedrückten, mehrmals gekerbten Kronen und schräge abgeschliffenen, nach Innen in einen Haken auslaufenden Kauflächen.

Zahnformel: rechts 5, links 6.

19. Gatt. Häsling (*Squalius*).

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Rücken- und Afterflosse sind kurz und beide ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After abgerundet, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch

sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt über dem Vorderrande der Bauchflossen oder auch über oder etwas hinter denselben und endigt ziemlich weit oder auch weit vor der Afterflosse. Der Mund ist unterständig und seicht gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten und beide Lappen derselben sind von gleicher Länge. Der Leib ist mässig oder auch nur schwach zusammengedrückt. Die Schuppen sind ziemlich gross.

Die Schlundzähne sind Fangzähne, jederseits in doppelter Reihe gestellt, mit seitlich zusammengedrückten, kerblosen und in einen starken Haken endigenden Kronen.

Zahnformel: 2.5, oder 3.5, oder rechts 3.5, links 2.5.

20. Gatt. **Gängling** *(Idus).*

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Rücken- und Afterflosse sind kurz und beide ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After abgerundet, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt über dem Hinterrande der Bauchflossen und endigt etwas vor der Afterflosse. Der Mund ist endständig und seicht gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten und beide Lappen derselben sind von gleicher Länge. Der Leib ist schwach zusammengedrückt. Die Schuppen sind ziemlich klein.

Die Schlundzähne sind Fangzähne, jederseits in doppelter Reihe gestellt, mit seitlich zusammengedrückten, kerblosen und in einen starken Haken endigenden Kronen.

Zahnformel: 3.5.

21. Gatt. **Döbel** *(Cephalus).*

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Rücken- und Afterflosse sind kurz und beide ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in keine Ver-

tiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After abgerundet, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt über dem Hinterrande der Bauchflossen und endigt ziemlich weit vor der Afterflosse. Der Mund ist endständig und tief gespalten. Die Schwanzflosse ist schwach ausgeschnitten, der untere Lappen derselben etwas länger als der obere. Der Leib ist sehr schwach zusammengedrückt, beinahe gerundet. Die Schuppen sind ziemlich gross.

Die Schlundzähne sind Fangzähne, jederseits in doppelter Reihe gestellt, mit seitlich zusammengedrückten, in einen starken Haken endigenden und vor ihrer Spitze bisweilen auch schwach gekerbten Kronen.

Zahnformel: 2.5.

22. Gatt. Halbdöbel (*Cephalopsis*).

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Rücken- und Afterflosse sind kurz und beide ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After abgerundet, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt über dem Hinterrande der Bauchflossen oder auch über oder etwas hinter denselben und endigt ziemlich weit vor der Afterflosse. Der Mund ist unterständig und tief gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten und beide Lappen derselben sind von gleicher Länge. Der Leib ist sehr schwach zusammengedrückt, beinahe gerundet. Die Schuppen sind ziemlich gross.

Die Schlundzähne sind Fangzähne, jederseits in doppelter Reihe gestellt, mit seitlich zusammengedrückten, kerblosen und in einen starken Haken endigenden Kronen.

Zahnformel: 2.5.

23. Gatt. Rissling (*Telestes*).

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Rücken- und Afterflosse sind kurz und

beide ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After abgerundet, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt über dem Hinterrande der Bauchflossen oder auch etwas hinter denselben und endigt weit vor der Afterflosse. Der Mund ist unterständig und seicht gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten und beide Lappen derselben sind von gleicher Länge. Der Leib ist sehr schwach zusammengedrückt, beinahe gerundet. Die Schuppen sind ziemlich klein.

Die Schlundzähne sind Fangzähne, jederseits in doppelter Reihe gestellt, mit seitlich zusammengedrückten, kerblosen und an der Spitze in einen starken Haken endigenden Kronen.

Zahnformel: rechts 2.4, links 2.5.

24. Gatt. **Graunerfling** (*Leuciscus*).

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Rücken- und Afterflosse sind kurz und beide ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After abgerundet, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt über dem Vorderrande der Bauchflossen und endigt weit vor der Afterflosse. Der Mund ist halb unterständig und seicht gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten und beide Lappen derselben sind von gleicher Länge. Der Leib ist schwach zusammengedrückt, beinahe gerundet. Die Schuppen sind klein.

Die Schlundzähne sind Drückzähne, jederseits in einfacher Reihe gestellt, die vorderen mit kegelförmigen, die hinteren mit seitlich zusammengedrückten, kerblosen Kronen und schräge abgeschliffenen, nach Innen in einen stumpfen Haken auslaufenden Kauflächen.

Zahnformel: rechts 5, links 6.

25. Gatt. Pfrillenröthling *(Leucos)*.

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Rücken- und Afterflosse sind kurz und beide ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein, und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After abgerundet, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt über den Bauchflossen und endigt ziemlich weit vor der Afterflosse. Der Mund ist endständig und seicht gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten und beide Lappen derselben sind von gleicher Länge. Der Leib ist sehr schwach zusammengedrückt, beinahe gerundet. Die Schuppen sind sehr klein.

Die Schlundzähne sind Drückzähne, jederseits in einfacher Reihe gestellt, die vorderen mit kegelförmigen, die hinteren mit seitlich zusammengedrückten, mehrmals gekerbten Kronen und schräge abgeschliffenen, nach Innen in einen Hacken auslaufenden Kauflächen.

Zahnformel: 5—5.

26. Gatt. Pfrillenhäsling *(Habrolepis)*.

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Rücken- und Afterflosse sind kurz und beide ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After abgerundet, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt über dem Hinterrande der Bauchflossen oder auch über denselben und endigt ziemlich weit oder auch weit vor der Afterflosse. Der Mund ist unterständig und seicht gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten und beide Lappen derselben sind von gleicher Länge. Der Leib ist sehr schwach zusammengedrückt, beinahe gerundet. Die Schuppen sind sehr klein.

Die Schlundzähne sind Fangzähne, jederseits in doppelter Reihe gestellt, mit seitlich zusammengedrückten, kerblosen und in einen starken Haken endigenden Kronen.

Zahnformel: 2.5.

27. Gatt. Döbelpfrille (*Bathystoma*).

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Rücken- und Afterflosse sind kurz und beide ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After abgerundet, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt über dem Hinterrande der Bauchflossen oder auch über denselben und endigt ziemlich weit vor der Afterflosse. Der Mund ist endständig und tief gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten und beide Lappen derselben sind von gleicher Länge. Der Leib ist sehr schwach zusammengedrückt, beinahe gerundet. Die Schuppen sind sehr klein.

Die Schlundzähne sind Fangzähne, jederseits in doppelter Reihe gestellt, mit seitlich zusammengedrückten, kerblosen und in einen starken Haken endigenden Kronen.

Zahnformel: 2.5.

28. Gatt. Pfrille (*Phoxinus*).

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Rücken- und Afterflosse sind kurz und beide ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After abgerundet, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt ziemlich weit hinter den Bauchflossen und endigt etwas vor der Afterflosse. Der Mund ist halb unterständig und seicht gespalten. Die Schwanzflosse ist schwach ausge-

schnitten, und beide Lappen derselben sind von gleicher Länge. Der Leib ist gerundet. Die Schuppen sind sehr klein.

Die Schlundzähne sind Fangzähne, jederseits in doppelter Reihe gestellt, mit seitlich zusammengedrückten, kerblosen und in einen starken Haken endigenden Kronen.

Zahnformel: rechts 2.4, links 2.4—5.

29. Gatt. Kahlpfrille *(Phoxinellus)*.

Die Kieferränder sind abgerundet, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Rücken- und Afterflosse sind kurz und beide ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After abgerundet, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt etwas hinter den Bauchflossen und endigt ziemlich weit vor der Afterflosse. Der Mund ist endständig und seicht gespalten. Die Schwanzflosse ist schwach ausgeschnitten und beide Lappen derselben sind von gleicher Länge. Der Leib ist gerundet. Die Schuppen sind sehr klein und blos an der Seitenlinie vorhanden.

Die Schlundzähne sind Drückzähne, jederseits in einfacher Reihe gestellt, die vorderen mit kegelförmigen, die hinteren mit seitlich zusammengedrückten Kronen und schräge abgeschliffenen, nach Innen in einen Haken auslaufenden Kauflächen.

Zahnformel: rechts 4, links 5.

30. Gatt. Näsling *(Chondrostoma)*.

Die Kieferränder sind schneidig, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Rücken- und Afterflosse sind kurz und beide ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After abgerundet, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt über dem Vorder-, oder auch über dem Hinter-

rande der Bauchflossen, oder noch etwas hinter denselben und endigt ziemlich weit oder auch weit vor der Afterflosse. Der Mund ist unterständig und seicht gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten und beide Lappen derselben sind von gleicher Länge. Der Leib ist mässig zusammengedrückt. Die Schuppen sind ziemlich klein.

Die Schlundzähne sind messerförmige Zähne, jederseits in einfacher Reihe gestellt, mit langgestreckten, seitlich sehr stark zusammengedrückten Kronen und auf einer Seite fast ihrer ganzen Länge nach abgeschliffenen Kauflächen.

Zahnformel: 5—5, oder 6—6, oder 7—7, oder rechts 5 links 6, oder rechts 6, links 7.

31. Gatt. Pfrillennäsling (*Machaerochilus*).

Die Kieferränder sind schneidig, die Nasenlöcher doppelt. Der Mund ist bartenlos. Rücken- und Afterflosse sind kurz und beide ohne Knochenstrahl. Der Unterkiefer greift in keine Vertiefung des Oberkiefers ein und ist nicht vorragend. Der Bauch ist zwischen den Bauchflossen und dem After abgerundet, der Hinterrücken nicht gekielt. Der Vorderrücken und der Bauch sind von keiner schuppenlosen Längsfurche durchzogen. Die Rückenflosse beginnt etwas vor den Bauchflossen und endigt sehr weit vor der Afterflosse. Der Mund ist unterständig und seicht gespalten. Die Schwanzflosse ist tief gabelförmig ausgeschnitten und beide Lappen derselben sind von gleicher Länge. Der Leib ist mässig zusammengedrückt. Die Schuppen sind sehr klein.

Die Schlundzähne sind messerförmige Zähne, jederseits in einfacher Reihe gestellt, mit langgestreckten, seitlich sehr stark zusammengedrückten Kronen und auf einer Seite fast ihrer ganzen Länge nach abgeschliffenen Kauflächen.

Zahnformel: 6—6.

Über den Einfluss der Kohlensäure auf das Ergrünen und Wachsthum der Pflanzen.

Von Dr. **Jos. Boehm.**

Die grosse Menge fossiler Kohle lässt es wohl zweifellos erscheinen, dass in früheren Erdperioden der Pflanzenwuchs viel üppiger war, denn heutzutage. Als Ursache hiefür glaubt man (abgesehen von den die Physiognomie des Continentes so sehr verändernden Eingriffen des Menschen) annehmen zu dürfen, dass in jenen längst entschwundenen Zeiten kosmische und meteorologische Verhältnisse bestanden, welche der Vegetation besonders günstig waren, dass insbesonders, was auch mit anderen geologischen Verhältnissen im Einklange steht, die Atmosphäre damals viel reicher an Kohlensäure gewesen sei, als jetzt. Allerdings hat schon Saussure gefunden, dass am Licht gezogene Bohnenpflänzchen in einer Atmosphäre, welche $1/8$ ihres Volumens Kohlensäure enthielt, selbst im Sonnenlichte weniger gut gediehen, als in einer Luft, die nur zum zwölften Theile aus Kohlensäure bestand[1]. Seit den aber zuerst von Boussingault[2] gemachten und seither oft wiederholten Versuchen[3] über die

---

[1] „Recherches chimiques sur la végétation". — Saussure führt weiter an, dass in einer Atmosphäre, welche den vierten Theil ihres Volumens Kohlensäure enthielt, sich die Versuchspflanzen zehn Tage erhielten, „mais elles ont peu prospéré". Sieben Tage erhielten sich die Pflänzchen in einer zur Hälfte aus Kohlensäure bestehenden Luft, nach dieser Zeit hörten sie auf zu vegetiren. In reiner Kohlensäure, sowie in einer Atmosphäre, welche zu $3/4$ oder $2/3$ ihres Volumens aus Kohlensäure bestand, verwelkten die Pflanzen noch am selben Tage.

[2] Compt. rend., tom. 60, pag. 872; 1865.

[3] Nach einer Mittheilung von Dumas fand Hervé-Mangon, dass ein Exemplar von *Juniperus nana* in einer feuchten, zur Hälfte aus Kohlensäure bestehenden Atmosphäre besser gedieh als die Vergleichsobjecte in freier Luft und schliesst daraus, dass die Kohlensäure in dieser hohen Dosis für die Pflanzen unschädlich sei. Compt. rend. 1869, tom. 69, pag. 412. — Naturforscher, 1869, pag. 362.

Function grüner Blätter in an Kohlensäure reicher Luft gewann obige Hypothese von pflanzenphysiologischer Seite eine mehr sichere Basis. Selbst die Meinung, dass aller Sauerstoff der Erdatmosphäre erst im Laufe der Zeiten durch grüne Pflanzen aus Kohlensäure abgeschieden wurde, hat ihre Vertreter gefunden.

Auffallende Erscheinungen, welche ich beim Studium der Frage über die Sauerstoffconsumtion keimender Samen beobachtete und welche mit obiger Ansicht in entschiedenem Widerspruche standen, bestimmten mich, den Einfluss der Kohlensäure auf zwei sehr wichtige und relative leicht controlirbare Functionen, nämlich auf das Keimen von Samen und auf das Ergrünen von vergeilten Keimpflänzchen näher zu untersuchen.

Zu den Versuchen über den Einfluss der Kohlensäure auf die Chlorophyllbildung zog ich mir im Dunkeln Pflänzchen aus folgenden Öl oder Stärke führenden Samen: Helianthus annuus, Lepidum sativum, Linum usitatissimum, Papaver somniferum, Avena sativa, Hordeum vulgare, Secale cereale, Triticum repens und Zea Mays [1].

Von jeder Art band ich, nach Massgabe ihrer Grösse, 10 bis 50 Individuen in Büschel, befestigte selbe der Reihe nach an einen ziemlich starken Eisendraht und schob diesen in kalibrirte Flaschen von 1500—1600 CC. Inhalt [2]; die umgestürzten Flaschen wurden sodann mit dem Halse in ein Wasserbecken getaucht, der grösste Theil der Luft mittelst eines Kautschuckschlauches ausgesaugt, aus kalibrirten Röhren bestimmte Mengen gut gerei-

---

[1] Da vergeilte ältere Keimpflänzchen selbst unter den günstigsten Bedingungen nur langsam und oft nur unvollständig (oder selbst gar nicht mehr) ergrünen, die Samen der angeführten Gattungen sich aber nicht gleich schnell entwickeln, so wurden zu einer und derselben Versuchsreihe Pflänzchen verschiedenen Alters gewählt. Am jüngsten waren immer die Kress- und die Mohnpflänzchen; sie waren je nach der Jahreszeit, d. i. der Temperatur, bei welcher die Versuche gemacht wurden, 5 bis 10 Tage alt. Älter als diese waren um 1—3 Tage die Getreidearten, um 2 bis 4 Tage die Lein-, um 4 bis 14 Tage die Maispflänzchen und die von Helianthus.

[2] Zu den Versuchen wurden so grosse Gefässe deshalb gewählt, um zu verhindern, dass in Folge der Respiration der Pflänzchen die Luft wesentlich reicher an Kohlensäure wurde, als für einen speciellen Fall beabsichtigt war.

nigter Kohlensäure und $1/_5$ Volumen von dieser Sauerstoff eingefüllt und der Rest des Wassers durch atmosphärische Luft verdrängt. Die Flaschen wurden sodann mit ihrem Halse in Trinkgläser von geeigneter Grösse gesteckt, aus dem Wasserbehälter gehoben und ein Theil des Wassers in den Trinkgefässen durch Quecksilber verdrängt.

Zu jeder Versuchsreihe, deren ich, mit Abzug der Vorversuche, drei in gleicher Weise und mit wesentlich gleichen Resultaten gemacht habe, wurden 10 Flaschen verwendet, welche enthielten:

Nr.	0:	atmosphärische	Luft	ohne			Kohlensäure
„	I.:	„	„	mit	2	Procent	Kohlensäure.
„	II:	„	„	„	5	„	„
„	III:	„	„	„	10	„	„
„	IV:	„	„	„	14	„	„
„	V:	„	„	„	17	„	„
„	VI:	„	„	„	20	„	„
„	VII:	„	„	„	25	„	„
„	VIII:	„	„	„	33	„	„
„	IX:	„	„	„	50	„	„

Die Apparate wurden bei einer Temperatur von 15° bis 22° C. dem diffusen Tageslichte ausgesetzt.

Um dem Leser ein klares Bild über den Einfluss der Kohlensäure auf das Ergrünen vergeilter Pflänzchen zu geben, glaube ich am besten zu thun, wenn ich die bei einer der Versuchsreihen protokollirten Erscheinungen in den Hauptzügen anführe.

Die Samen der hierbei verwendeten Pflänzchen wurden auf nass erhaltene, flache Tassen an folgenden Apriltagen l. J. gebaut: Zea am 8., Helianthus am 14., Linum am 17., Hafer, Gerste, Weizen und Roggen am 19., Kresse und Mohn am 21. Am 26. April wurden die im Dunkelkasten bei einer Temperatur von 14° bis 16° C. gewachsenen Pflänzchen in halb verdunkeltem Zimmer in Büschel gebunden; dazu wurden für je ein Büschel von Zea 10, von Helianthus 15, von den Getreidearten je 25, von Lepidium und Papaver je 40 bis 50 gesunde Individuen ausgewählt. Bei Helianthus mussten die Samenschalen in der Regel von den Cotylen losgelöst werden, was natürlich mit

geeigneter Vorsicht geschah. — Am 27. April wurden diese Büschel an die Eisendrähte befestigt, in die Flaschen eingeführt und diese in der oben beschriebenen Weise gefüllt. Um 9 Uhr wurden die Apparate gleichzeitig der Reihe nach auf einem nicht von directem Sonnenlichte beschienenen Fenster aufgestellt.

Bei der nun folgenden Beschreibung des successiven Ergrünens der Versuchspflänzchen in den zehn Apparaten (0, I, II—IX) will ich der Kürze halber die Gramineen mit Gr., Helianthus mit H., die Kresse mit K., den Mohn mit M. und Linum mit L. bezeichnen.

Um 11 Uhr, d. i. nach 2 Stunden, zeigten die Pflänzchen folgende Färbung.

A) In 0, d. i. in atmosphärischer Luft:

Gr., H. und L. waren bereits ziemlich grün.

Bei K. und M. zeigten sich deutliche Spuren der Ergrünung.

B) In kohlensäurehältiger Luft:

Die Färbung von Gr. war in I nicht merklich verschieden von der in 0, merklich blasser waren aber die meisten Exemplare bereits in III, hatten aber selbst in VIII noch einen schwach grünen Anflug.

L. und M. waren in 0 und I gleich intensiv, d. i. gleich schwach grünlich, in II aber schon viel blasser. Auch in VI hatten sie einen deutlichen, wenn auch nur sehr zart grünen Anflug, in VII kaum eine grünliche Spur.

H. und K., besonders K., waren schon in I viel blasser als in 0, in III waren sie noch völlig ungefärbt.

Färbung der Pflänzchen um 1 Uhr, d. i. nach vierstündiger Beleuchtung.

A) In 0, d. i. in atmosphärischer Luft:

Alle Pflänzchen sind, wenn auch nicht sehr intensiv, grün.

B) In kohlensäurehältiger Luft:

Die Ergrünung der Gramineen reicht auch jetzt nur bis inclusive VIII und ist hier seit den zwei letzten Stunden nicht merklich vorgeschritten.

Die Pflänzchen von L. und M. sind in II fast ebenso grün, als in atmosphärischer Luft, in den folgenden Apparaten stufenweise blasser und haben auch in VII. einen deutlich grünen Anflug.

Von H. haben mehrere Exemplare in V einen sehr schwach grünen Anflug. — K. ist in I noch merklich blasser als in 0 und zeigt in V noch keine Spur des Ergrünens.

Färbung der Pflänzchen um 7 Uhr Abends, d. i. nach zehnstündiger Beleuchtung.

A) In 0, d. i. in atmosphärischer Luft:

Alle Pflänzchen sind sattgrün.

B) In kohlensäurehältiger Luft:

Die Färbung der Gramineen ist in I und II von der in 0 nicht verschieden; bei den Pflänzchen in III sind die Blattspitzen öfters noch gelblich, bei denen in IV noch ganz blass. Die mittleren Blattheile zeigen selbst noch in IX einen merklich grünen Anflug.

L. und M. sind in I und II und zum grössten Theile auch in III ebenso intensiv grün, wie in 0, in IV aber schon im Ganzen auffallend blasser. Deutliche Spuren der Ergrünung zeigen diese Pflänzchen selbst noch in VIII, in IX aber kaum einen zarten grünen Hauch.

H. ist in III schon sichtlich blassgrüner als in 0, I und II, und in VII noch vollständig blass.

K. war in I nicht minder grün als in 0, in II waren nur wenige Exemplare sattgrün. In V hatte die Mehrzahl der Pflänzchen einen sehr schwach grünlichen Anflug, die übrigen aber waren noch völlig bleich. In VII, VIII und besonders in IX waren die Pflänzchen noch grösstentheils blasser, als bei Beginn des Versuches.

Am 28. April, um 7 Uhr früh, wurden die Flaschen frisch gefüllt. Am Abende desselben Tages war die Ergrünung der nach zehnstündiger Beleuchtung mehr weniger blass gebliebenen Pflänzchen nicht merklich vorgeschritten.

Am 29. April, 9 Uhr Morgens, wurden die Pflänzchen in freier Luft dem Lichte exponirt.

Am 1. März, um 7 Uhr Abends, war in der Färbung der Pflänzchen von 0, I, II und III kein Unterschied bemerkbar. Von den Pflänzchen aus IV war K. wohl ganz grün, aber im Vergleiche mit denen der vorhergehenden Nummern viel blasser. Von K. aus VI waren die meisten Pflänzchen sehr blassgrün, mehrere

aber noch ganz blass. Diese starben in den nächsten Tagen, während erstere nach und nach ziemlich grün wurden, mit Ausnahme von nur zwei Exemplaren, welche sich endlich sattgrün färbten. Die Kresspflänzchen aus VII starben alle, ohne zu ergrünen.

H. aus VIII war am 1. März Abends sehr blassgrün; vier Exemplare starben, ohne zu ergrünen, auch die übrigen erholten sich, mit Ausnahme von drei Pflänzchen, welche sich später intensiv grün färbten, nicht mehr vollständig.

M. aus IX war nach zwei Tagen blassgrün, verfaulte aber dann, ohne sich weiter zu entwickeln.

Die Gramineen aus IV waren am 1. März von denen aus 0, I, II und III nicht zu unterscheiden, nur die Blattspitzen zeigten eine mehr gelbgrüne Färbung. Von den Pflänzchen aus VIII waren nur wenige ziemlich grün. Nachdem diese noch etwas gewachsen waren, begannen sie nach acht Tagen zu verfaulen. Die Gräser aus IX waren nach zwei Tagen nur schwach grün, die Blattspitzen todt. Ohne zu wachsen, verfaulten sie dann in den folgenden Tagen.

Von den bei der besprochenen Versuchsreihe verwendeten Pflanzengattungen ist die Kresse am empfindlichsten gegen die Kohlensäure; schon in einer Atmosphäre mit nur 2 Procent dieses Gases ist die Chlorophyllbildung sichtlich verlangsamt, bei Gegenwart von 20 Procent aber ganz gehindert. Viel resistenter als die Kresse gegen Kohlensäure ist Linum, dessen vergeilte Keimlinge selbst in einer Atmosphäre, welche zum dritten Theile aus Kohlensäure besteht, noch einen schwach grünen Anflug bekommen. — Die Gräser endlich zeigen Spuren einer Ergrünung selbst in einer zur Hälfte aus Kohlensäure bestehenden Luft.

Wir haben oben gesehen, dass vergeilte Keimpflanzen, welche sich längere Zeit in einer an Kohlensäure so reichen Atmosphäre befanden, dass sie im Lichte nur sehr unvollständig ergrünten, sich dann auch in freier Luft nicht mehr intensiv grün färben. In einer Atmosphäre aber, welche nur einige Procent Kohlensäure enthielt, ergrünten die Pflänzchen, selbst die Kresse nicht ausgenommen, endlich ebenso intensiv, wie in atmosphärischer Luft. Es kommt hierbei aber der Umstand in

Betracht, dass durch die bereits ergrünten Blättchen der Kohlensäuregehalt der betreffenden Atmosphäre continuirlich vermindert wird. Ob auf die schliessliche Intensität vergeilter Pflänzchen im Lichte eine 2—3 Procent hältige Atmosphäre von Einfluss sei, liesse sich entscheiden, wenn über dieselben während ihrer Beleuchtung ein Luftstrom von bezeichneter Zusammensetzung geleitet würde. Dies ist jedoch nicht so leicht, da man hierbei mit einem grösseren Luftquantum und somit mit viel Wasser operiren müsste. Ich bediente mich daher, um über die aufgeworfene Frage in's Reine zu kommen, der zu den oben beschriebenen Versuchen verwendeten Flaschen, welche mit einer 2 bis 5 Procent hältigen Atmosphäre gefüllt wurden. Die Versuche wurden mit Lein- und Kresspflänzchen, jedoch mit jeder Art für sich, gemacht, und von der Kresse nur sechs, vom Lein blos drei Individuen geeigneten Alters verwendet. Die Flaschen wurden täglich 12 Uhr Mittags mit frischer Luft gefüllt. — In Anbetracht der einerseits im Ganzen kleinen Blattoberfläche, durch deren Ergrünen gewiss nicht sehr viel Kohlensäure zerlegt wurde, sowie der Absorption eines Theiles der Kohlen säure durch das Wasser beim Füllen, und der Kohlensäurebildung bei der Respiration der Versuchspflänzchen anderseits, darf man wohl annehmen, dass sich der Kohlensäuregehalt der Luft, in welcher sich die Pflänzchen befanden, während der ganzen fünf- bis achttägigen Versuchsdauer von 2 Procent nicht wesentlich entfernte. Solche Versuche habe ich im Ganzen zehn gemacht. Bei der Kresse war das Resultat stets auffallend. Die neben und gleichzeitig in gewöhnlicher, feuchter Luft (in grossen, offenen, etwas Wasser hältigen Flaschen) dem Lichte ausgesetzten Pflänzchen wurden ausnahmslos viel intensiver grün. Bei den Leinpflänzchen war bisweilen kein Unterschied bemerkbar, in der Regel waren aber auch hier die in kohlensäurehältiger Luft ergrünten sichtlich blasser.

Wie schon oben bemerkt, werden vergeilte Keimpflänzchen, welche mehrere Tage hindurch in einer an Kohlensäure so reichen Atmosphäre eingeschlossen waren, dass sie im Lichte nur theilweise ergrünten, in dauernder Weise krankhaft afficirt. Es äussert sich dies nicht blos darin, dass selbe dann in gewöhnlicher Atmosphäre nicht mehr sattgrün werden und auf den sonst

grünen Cotylen braune Flecken bekommen, sondern sie verlier auch die Fähigkeit weiteren Wachsthums und dieses um so v ständiger, je kohlensäurereicher die Luft war, in welcher sie s befanden. Auch zu diesen Beobachtungen eignen sich am bes die Kresspflänzchen.

Um zu erfahren, ob vergeilte Kresspflänzchen einer an Kohlensäure so reichen Atmosphäre, dass sie in ihr Lichte nicht mehr ergrünen, noch negativen Geotropism besitzen, wurden dieselben mit aufwärts gerichteten Wurzeln die Versuchsflaschen gebracht. In einer Luft, welche oder selbst 33% Kohlensäure enthielt, waren d hypocotylen Stengel der Pflänzchen nach 3 bis Tagen alle aufwärts gekrümmt, in einer zur Hälfte Kohlensäure bestehenden Atmosphäre aber vollkommen schl — Die Thatsache, dass sich Pflänzchen noch unter Bedingung krümmen, bei welchen jedes Wachsthum (dessen sicherstes K terium für etiolirte Pflanzen wohl in deren Ergrünen im Lic besteht) ausgeschlossen ist, scheint mir von besonderem Intere zu sein.

Von einiger, wenn auch untergeordneter, Wichtigkeit sch mir die Beantwortung der Frage zu sein, wie lange (unter th weiser Einwirkung des zerstreuten Tageslichtes) vergeilte Ke pflänzchen in einer an Kohlensäure so reichen Atmosphäre, d die Chlorophyllbildung bereits vollständig oder fast vollstän verhindert ist, eingeschlossen sein können, um dann in fr Luft noch zu ergrünen.

Ich fand hierüber bei Kress- und Leinkeimlingen Folgend Wurden diese durch 24 Stunden in einer 50% hältigen Atm sphäre belassen, so färbten sich dann die Kresspflänzch gelblichgrün oder bekamen einen schwach grün Anflug. Von Lein ergrünten mehrere Individu vollständig, bei vielen blieben aber die Spitzen d Keimblätter mehr weniger blass. — Nach 48stündig Verweilen in einer zur Hälfte aus Kohlensäure bestehenden L wurde von den Kresspflänzchen nur mehr das eine oder and Exemplar schwach grünlich, die übrigen blieben vollstän

blass, erhielten sich aber öfters noch mehrere Tage turgid. — Nach dreitägiger Einwirkung einer Atmosphäre von obiger Zusammensetzung starben die Kresspflänzchen in freier Luft unverzüglich. Von 30 Leinkeimlingen blieben bei einem derartigen Versuche 4 am Leben und ergrünten nach und nach ziemlich vollständig, ohne jedoch mehr zu wachsen.

Werden vergeilte Lein- oder Kresspflänzchen in kalibrirten Röhren in Wasserstoff oder Kohlensäure gebracht, so beobachtet man alsbald, in Folge der Kohlensäurebildung durch innere Athmung, eine Vergrösserung des angewendeten Gasvolumens. Nach acht- bis zehnstündigem Contacte mit den irrespirablen Gasen (deren Temperatur bei den verschiedenen Versuchen von 13 bis 24° C. variirte), ergrünten sowohl die Kress-, als Leinpflänzchen während der folgenden Tage fast vollständig. Selbst nach vierundzwanzigstündigem Verweilen in Wasserstoff oder Kohlensäure wurden sowohl von der Kresse, als vom Lein viele Exemplare ziemlich intensiv grün, bei anderen blieben die Spitzen der sonst gelbgrünen Keimblätter farblos. Manche Kresspflänzchen erhielten sich durch 8 bis 10 Tage frisch, ohne im mindesten zu ergrünen. Nach zweitägigem Aufenthalte in Kohlensäure oder Wasserstoff verfaulten die Pflänzchen in freier Luft.

Die nachtheiligen Folgen der Einwirkung irrespirabler Gase auf vergeilte Keimpflänzchen steigern sich, bei sonst gleichen Verhältnissen, mit der Temperatur. — Kohlensäure wirkt wol schädlicher als Wasserstoff, jedoch nicht in dem Grade, wie es zu vermuthen war. In beiden Gasen leiden die vergeilten Keimlinge der Kresse mehr, als die des Leines; bei diesen werden in reiner Kohlensäure vor Allem die unmittelbar unterhalb der Cotylen befindlichen Stengeltheile krankhaft afficirt.

Bekanntlich werden Culturpflanzen bei stickstoffreicher Düngung viel sattgrüner als ohne solche. Nach dem oben Mitgetheilten dürfte es nicht ganz unwahrscheinlich sein, dass dies

in Folge der Bindung der bei der Fäulniss entwickelten Kohlensäure durch Ammoniak bedingt sei.

Mit Rücksicht auf das Verhalten benetzter Samen in reinem Sauerstoffgase glaube ich anführen zu sollen, dass vergeilte Keimpflänzchen in dem genannten Medium weder merklich früher noch später ergrünen, als in atmosphärischer Luft.

Schon vor Jahren habe ich bei einer anderen Gelegenheit hervorgehoben, dass vergeilte Pflanzen am Lichte nur bei einer Temperatur ergrünen, bei welcher sie auch wachsen. Dies gilt natürlich ausser der Temperatur auch von den übrigen Bedingungen des Wachsthums. In einer Atmosphäre, in welcher wegen deren Reichthum an Kohlensäure die Chlorophyllbildung vergeilter Pflanzen sehr beeinträchtigt ist oder ganz unterbleibt, wird demnach auch die Keimung von Samen und das Wachsthum der Keimpflanzen auf Kosten der Reservestoffe mehr weniger verlangsamt oder ganz verhindert werden.

So viel ich weiss, wurden Beobachtungen über den Einfluss der Kohlensäure auf die Keimung bisher nur von Saussure gemacht. Dieser treffliche Forscher sagt: „Les graines ne germent pas dans le gaz acide carbonique. Une petite quantité de ce gaz (telle qu'un douzième) qui, mêlée à l'air atmosphérique, favorise, au soleil, la végétation des plantes développées, nuit à la germination, et elle la retarde plus, soit à la lumière, soit à l'ombre, que ne le ferait une quantité égale de gaz hydrogène ou de gaz azote". L. c. pag. 25 und 26.

Ich habe derartige Keimungsversuche mit Samen von *Phaseolus multiflorus* (bei einer Temperatur von 17—19° C.) gemacht. Zu diesem Behufe wurden die während 6—8 Stunden aufgeweichten und dann geschälten Bohnen, deren Gewicht 1·3 bis 1·4 Grm. betrug, in Glasgefässchen gebracht, deren ich mich auch bei meinen Versuchen über die Keimung von Bohnen in reinem Sauerstoffgase bediente [1]. Nachdem die Apparatchen an dem einen Ende eines ziemlich starken Eisendrahtes befestigt

---

[1] Sitzungsber. d. k. Akad. d. W. in Wien. Bd. 66, p. 169. Fig. 1, *B*.

waren, wurden je drei derselben in die umgestürzten, zu den oben besprochenen Versuchen verwendeten Flaschen eingeführt und diese dann in der beschriebenen Weise mit atmosphärischer Luft, Kohlensäure und Wasserstoff gefüllt. Um zu verhindern, dass in Folge der Kohlensäurebildung durch die keimenden Samen die Zusammensetzung der verwendeten Luft zu sehr alterirt werde, habe ich dieselbe während der ganzen Versuchszeit täglich erneuert. — Die Zusammensetzung der Luft in den Flaschen 0, I, II . . . IX war dieselbe wie bei den Versuchen über das Ergrünen vergeilter Keimpflänzchen. — Der Hals der Flasche 0 (mit atmosphärischer Luft) wurde, statt in Quecksilber, in ein Gefäss mit Kalilauge eingesenkt. Die Apparate standen im Dunkeln. Während der ersten vier Tage (vom 6. bis 10. April l. J.) konnte, von individuellen Verschiedenheiten abgesehen, in der Wurzelentwicklung jener Bohnen, welche frei an der Luft gezogen wurden und denen, die sich in den Apparaten 0, I, II und III befanden, kein Unterschied constatirt werden. In IV war die Radicula nach dieser Zeit bei allen drei Bohnen viel kleiner und zeigte bei denen in VII kaum noch die ersten Anzeichen der Streckung. — Am 13. April hatte sich bereits eine auffällige Verschiedenheit in der Stengelentwickelung der Keimlinge eingestellt. Es betrug nämlich die mittlere Internodienlänge der drei jungen Pflänzchen in freier Luft: 42 Mllm., in 0: 47 Mllm., in I: 29 Mllm., in II: 8 und in 3: 11 Mllm.[1] — Bei den Samen in den Flaschen von incl. IV an hatte sich das Knöspchen noch nicht merklich entfaltet; bei denen in VII betrug die mittlere Wurzellänge 5 Mllm. Zwei Bohnen in VIII und eine in IX sahen wohl sehr gesund aus, zeigten aber nicht die geringste Spur einer Keimung. Bei einer Bohne in VII mit einer 5 Mllm. langen Radicula, einer in VIII und bei zwei in IX waren die Cotylen mehr weniger faul. Da zu besorgen war, dass auch die noch lebende Bohne von IX bei längerem Verweilen in ihrem bisherigen Medium absterben würde, so wurde sie in die freie Luft gebracht.

---

[1] Bei einer Bohne in III streckte sich der Stengel viel rascher, als bei den Bohnen in II, daher diese Abweichung. Die mittlere Stengellänge der zwei anderen Keimlinge in III betrug 6 Mllm.

Am 18. April besassen die Keimpflanzen folgende mittlere Wurzellänge: Die frei in der Luft gezogenen 12·5 Ctm., die in 0: 13·6 Ctm.; in I: 10·5 Ctm.; in II: 7·9 Ctm.; in III: 4·6 Ctm.; die von α) und β) im Mittel 2·7 Ctm. Die Bohnen in den übrigen Apparaten waren seit den letzten fünf Tagen nicht merklich gewachsen (die in VII und VIII waren todt) und die aus IX hatte erst ein 6 Mllm. langes Würzelchen gebildet.

Die Keimlinge wurden nun alle in die freie Luft versetzt. Am 27. April betrug die mittlere Stengellänge der frei in der Luft gezogenen Pflanzen 57·6 Ctm., die der aus 0: 64·7 Ctm., bei denen aus I: 52·4 Ctm., denen aus II: 55·6 Ctm., denen aus III: 54·8 Ctm. Bei allen diesen Bohnen waren die Samenlappen fast vollständig verschrumpft. — Bei den Pflanzen aus den folgenden Apparaten waren die Cotylen noch überall frisch und turgid, die Wurzelbildung eine reichliche. Die mittlere Stengellänge betrug bei denen aus IV: 21·3 Ctm., denen aus V: 12·7 Ctm., bei denen aus VI, und zwar bei α) 5·6, bei β) 1·8 und bei γ) blos 0·7 Ctm.

Auch die Bohne aus IX hatte zahlreiche Wurzeln und einen 3·8 Ctm. langen Stengel entwickelt; die Spitzen der Cotylen waren faul. In den Achseln der Keimblätter von VI β und γ und denen von IX hatten sich Knospen angelegt.

Am 11. Mai betrug die mittlere Stengellänge bei den Pflanzen aus IV: 61·2 Ctm., bei denen aus V: 64·6 und bei der von VI α): 59·7 Ctm. Bei den Bohnen VI β) und γ) und der IX waren die Endknospen wohl frisch, aber nicht weiter gewachsen, dafür hatten sich die Seitensprossen in den Achseln der Keimblätter stark entwickelt. Die Cotylen von IV, V und VI α) waren schon sehr faltig, die von VI β) und γ) noch ganz frisch und bei denen aus IX die Fäulniss nicht fortgeschritten.

Von dauerndem Einflusse auch bei der späteren Entwicklung der Bohnenkeimlinge in freier Luft erwies sich die Wirkung der Kohlensäure auf die schliessliche Länge der ersten Internodien der vergeilten Keimpflanzen. Diese variirte bei den Pflanzen im atmosphärischer Luft und bei denen aus 0, I, II und III von 10·4 bis 13.7 Ctm., und betrug bei denen aus IV im Mittel 4·8, denen aus V: 5·6, denen aus VI, und zwar bei α): 4·6, β): 5·7 und bei γ) 0·8 Ctm. Bei der Bohne aus IX erreichte das einzige Internodium

der Hauptachse eine Länge von 4·1 Ctm. Es bleibt dabei zu beachten, dass sich der Keim zur Zeit seiner Versetzung in die freie Luft anscheinend noch in demselben Stadium der Entwicklung befand, wie beim Beginne des Versuches nach Entfernung der Samenhäute.

Die angeführten Versuche dürften, wie ich glaube, hinreichen, die auffallend schädliche Einwirkung der Kohlensäure auf das Ergrünen und Wachsthum von Samenpflanzen zu beweisen. Schon bei einer Verdünnung von 2 zu 98 macht sich ihr nachtheiliger Einfluss besonders bei der Chlorophyllbildung bemerklich. Vortheilhaft für das Wachsthum auf Kosten von Reservenahrung wirkt die Kohlensäure sicher bei keiner Verdünnung, sie kann dabei höchstens nur unschädlich sein[1]. — In einer Luft, welche bei reinem Sauerstoffgehalte, der dem der gewöhnlichen Atmosphäre entspricht, zur Hälfte aus Kohlensäure besteht, erfolgt nicht nur kein Wachsthum, sondern es starben darin die Pflanzen nach kurzer Zeit. Es ist dies um so bemerkenswerther, als grüne Blätter in einem solchen Medium noch mit bedeutender Energie die Kohlensäure zerlegen. Indem grüne Pflanzen durch ihre Befähigung, die Kohlensäure zu zerlegen, in die Lage kommen, aus unorganischem Substrate ihren Leib aufzubauen, verschaffen sie sich auch zugleich die Bedingung des Wachsthumes auf Kosten der assimilirten Stoffe. Die Zahl der Pflanzen, deren Empfindlichkeit gegen grössere Mengen von Kohlensäure nachgewiesen wurde, ist allerdings nur eine geringe. Da dieselben aber sehr verschiedenen Familien angehören und die giftige Wirkung dieses Gases (der Muttersubstanz aller organischen Körper), von der Beschaffenheit der Reservestoffe unabhängig ist, so dürfte wohl der Schluss erlaubt sein, dass sich unter gleichen Umständen alle Pflanzen in ähnlicher Weise verhalten.

---

[1] Saussure sagt l. c. pag. 26: „Remarquons cependant que, comme les graines produisent, en germant, une trop grande quantité de gaze acide pour qu'on puisse les en priver entièrement, il est impossible de décider si son absence absolue leur est nuisible ou utile.“

In Anbetracht der Thatsache nun, dass die Pflanzen in einer Luft, welche nur wenige Procente Kohlensäure enthält, sichtlich kränkeln, müssen wir folgern, dass die heutige Pflanzenwelt in einer Atmosphäre, welche nicht viel reicher als die bestehende wäre, wenigstens theilweise zu Grunde gehen würde. Daraus ergibt sich aber zweierlei: Entweder ist die Zusammensetzung der Atmosphäre unserer Erde von jeher dieselbe gewesen, was eine nothwendige Folge ihrer Unbegrenztheit wäre, oder es haben (was ich für weniger wahrscheinlich halte) in früheren Erdperioden Pflanzen existirt, welche einen grösseren Kohlensäuregehalt der Luft ohne Schaden vertrugen, während deren Epigonen sich den veränderten Verhältnissen accommodirten.

Die Resultate meiner Versuche, über welche ich in vorliegender Abhandlung referirte und die daraus mit aller Reserve gezogenen Schlüsse möchte ich in folgende zwei Sätze zusammenfassen:

1) In einer Atmosphäre, welche nur wenige Procent Kohlensäure enthält, ergrünen vergeilte Pflanzen nur unvollständig. Beträgt die Menge der Kohlensäure jedoch (bei ungeändertem Sauerstoffgehalte) 30 Procent oder mehr, so unterbleibt alles Wachsthum und die Pflanzen sterben ab.
2) Bei der (übrigens durch nichts bewiesenen) Voraussetzung, dass die Pflanzen früherer Erdperioden in einer an Kohlensäure viel reicheren Atmosphäre, als die jetzige ist, vegetirten, muss man annehmen, dass dieselben gegen das genannte Gas in weit geringerem Grade empfindlich waren, als deren heutige Nachkommen. Alle diese und andere Schwierigkeiten würden mit dem Nachweise der Unbegrenztheit der Atmosphäre entfallen.

XXI. SITZUNG VOM 24. JULI 1873.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Über die Monochlorcitraconsäure“ und vorläufige Mittheilung „Über eine aus Citraconsäure entstehende Trichlorbuttersäure“, beide vom Herrn Prof. Dr. J. Gottlieb in Graz.

„Über den Widerstand einer Kreisscheibe bei verschiedener Lage der Elektroden“, vom Herrn Karl Domalip, Assistenten für Physik am deutschen Polytechnikum in Prag.

„Studien zur Physiologie des Herzens und der Blutgefässe.“ III. Abhandlung: „Über die directe elektrische Reizung des Säugethierherzens“, vom Herrn Dr. Sigmund Mayer, Assistenten am physiolog. Institute an der Universität zu Prag.

„Experimentaluntersuchung über die elektrostatische Fernwirkung dielektrischer Körper“, vom Herrn Prof. Dr. L. Boltzmann in Graz.

„Analoga zum Doppelstrom der Erd-Elektricität“, vom Herrn Jos. Kregau in Görz.

Herr Prof. Dr. Ed. Suess legt eine Abhandlung: „Über den Aufbau der mitteleuropäischen Hochgebirge“ vor.

Herr Hofrath Dr. H. Hlasiwetz überreicht zwei Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium der Universität Innsbruck, und zwar: 18. „Über ein Condensationsproduct aus der Oxybenzoësäure“, von den Herren L. Barth und C. Senhofer. 19. „Über Phenoltrisulfosäure“, vom Herrn C. Senhofer.

Herr Regierungsrath Dr. K. v. Littrow macht eine Mittheilung über die bisher gelungenen Positionen des am 3. Juli vom Herrn W. Tempel in Mailand entdeckten Kometen.

Herr Prof. Dr. Ad. Lieben aus Prag übergibt eine Abhandlung „über die aus roher Gährungsbuttersäure abgeschiedene Capronsäure“, nebst einer Note des Herrn Kottal „über die mit Hilfe dieser Säure bereiteten Salze“.

Herr Dr. K. Heitzmann überreicht die fünfte und letzte seiner „Untersuchungen über das Protoplasma“, betitelt: „die Entzündung der Beinhaut, des Knochens und des Knorpels“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte der mathem.-physik. Classe. 1873. Heft. I. München; 8⁰.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigenblatt). 11. Jahrgang, Nr. 21. Wien, 1873; 8⁰.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLVII*, Nr. 186. Genève, Lausanne, Paris, 1873; 8⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 1. Paris, 1873; 4⁰.

Cooke, M. C., Handbook of British Fungi. London & New-York, 1871; 8⁰.

Gesellschaft der Künste und Wissenschaften, Provinzial Utrecht'sche: Verslag. 1872. Utrecht; 8⁰. — Aanteekeningen. 1871 & 1872. Utrecht; 8⁰. — De Spectatoriale Geschriften van 1741—1800. Door J. Hartog. (Gekrönte Preisschrift.) Utrecht, 1872; 8⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 29. Wien, 1873; 4⁰.

Instituut, k. Nederlandsch meteorogisch: Nederlandsch meteorologisch Jaarboek voor 1868. II. Deel; voor 1872, I. Deel. Utrecht, 1872; Quer-4⁰. — Suggestions on a Uniform System of Meteorological Observations. Utrecht, 1872; gr. 8⁰.

Isis: Sitzungsberichte. Jahrgang 1873, Nr. 1—3. Dresden; 8⁰.

Lotos. XXIII. Jahrgang, Mai & Juni 1873. Prag; 8⁰.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873. Heft VII. Gotha; 4⁰.

Museum Francisco-Carolinum: XXX. Bericht. Linz, 1871; 8⁰.

Nature. Nr. 194, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Peabody Institute: VI[th] Annual Report. 1873. Baltimore; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1873, Nr. 8. Wien; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. III[e] Année, 2[e] Série, Nr. 3. Paris, 1873; 4°.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XIX[e]. 1872. Comptes rendus 4. Paris; 8°.

– des Ingénieurs civils: Séances du 24 Janvier; 7 et 21 Février; 7 et 21 Mars; 4 et 18 Avril; 2 et 26 Mai; 6 et 27 Juin 1873. Paris; 8°.

– Hollandaise des Sciences à Harlem: Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles. Tome VII, 4[e]—5[e] Livraisons. La Haye, Bruxelles, Paris, Leipzig, Londres & New York, 1872; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 29. Wien, 1873; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins XXV. Jahrgang, 9. Heft. Wien, 1873; 4°.

SITZUNGSBERICHTE

DER

[KAI]SERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXVIII. Band.

ERSTE ABTHEILUNG.

8.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

XXII. SITZUNG VOM 9. OCTOBER 1873.

Der Präsident heisst die Mitglieder bei Wiedereröffnung der Sitzungen willkommen.

Derselbe gedenkt des schmerzlichen Verlustes, den die Akademie und speciell die math.-nat. Classe durch das am 17. September zu Leipzig erfolgte Ableben des inländischen c. M. Herrn Prof. Dr. Joh. Nep. Czermak erlitten hat.

Sämmtliche Anwesende geben ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Der Secretär legt drei Dankschreiben vor, und zwar:

1. Von dem c. M. Herrn Hofrathe Dr. Fr. Wöhler in Göttingen, für die ihm aus Anlass der am 2. September begangenen Feier seines 50jährigen Doctor-Jubiläums vom Präsidium der Akademie dargebrachten Glückwünsche. 2. Vom Herrn Prof. Dr. F. C. Donders für seine Wahl zum correspondirenden Mit gliede der Akademie. 3. Vom Herrn Prof. Dr. Const. Freiherrn von Ettingshausen für die ihm zur Erforschung der fossilen Flora des Sulm-Thales bewilligte Subvention von 300 fl.

Das *„Institut Impérial des Mines“* zu St. Petersburg ladet die Akademie mit Schreiben vom 18. September ein, sich bei seiner am 21. October (2. November) d. J. zu begehenden 100-jährigen Gründungsfeier durch eines ihrer Mitglieder vertreten zu lassen.

Das k. k. Ministerium des Inneren setzt die Akademie, mit Zuschrift vom 9. September, in Kenntniss, dass nach einem Berichte des Statthalters von Niederösterreich im Winter 1872/3 am n.-ö. Donaustrome keine Eisbildung stattgefunden hat.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Beiträge zur Feststellung der Lagerungsformel der Allylverbindungen und der Acrylsäure“, von dem c. M. Herrn Prof. Dr. Ed. Linnemann in Brünn.

„Beiträge zur Physiologie der Pflanzen", vom Herrn Prof. Fr. Krašan in Krainburg, eingesendet und empfohlen durch Herrn Vice-Director K. Fritsch in Salzburg.

„Bestimmung von Tangenten an die Selbstschattengrenze von Rotationsflächen", vom Herrn Prof. Dr. Rud. Staudigl in Wien.

„Der Golfstrom", vom Herrn Jos. Kregau in Görz.

„Über eine neue Weltanschauung und eine Universalerklärung der Natur", vom Herrn Eug. Schacherl zu Lembach im Mühlkreise.

Der Secretär legt ferner die im Drucke beendigte, gekrönte Preisschrift: „Untersuchungen über die Härte an Krystallflächen", vom Herrn Dr. Franz Exner, vor.

Herr Regierungsrath Dr. K. v. Littrow berichtet über die am 21. August vom Herrn Borelly in Marseille gemachte Entdeckung eines neuen teleskopischen Kometen.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie des Sciences et Lettres de Montpellier: Mémoires de la Section des Lettres. Tome IV, 2e—4e fasc. Années 1865—1868. — Mémoires de la Section des Sciences. Tome VI, 2e—3e fasc. Années 1865—1866; Tome VII, 1er—4e fasc. Années 1867—1870; Tome VIII, 1er fasc. Année 1871. — Mémoires de la Section de Médecine. Tome IV, 3e—5e fasc. Années 1865—1869. Montpellier; 4°.

American Chemist. Vol. III, Nr. 12; Vol. IV, Nrs. 1—2. Philadelphia, 1873; 4°.

Annalen der Chemie & Pharmacie von Wöhler, Liebig, Kopp, Erlenmeyer und Volhard. N. R. Band XCII, Heft 1—3. Leipzig & Heidelberg, 1873; 8°.

— der königl. Sternwarte bei München. XIX. Band. München, 1873; 8°.

Annales des mines. VIIe Série. Tome III, 1re & 2e Livraisons de 1873. Paris; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 22—28. Wien, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1949—1959. (Bd. 82. 5—15.) Kiel, 1873; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nrs. 2—11. Paris, 1873; 4°.

Exner, Franz, Untersuchungen über die Härte an Krystallflächen. Eine von der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien gekrönte Preisschrift. Wien, 1873; 8°.

Gesellschaft der Wissenschaften, k. böhmische, in Prag: Sitzungsberichte. 1873. Nr. 4—5. Prag; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Band, Nr. 14—18. Wien, 1873; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 30—40. Wien, 1873; 4°.

Göttingen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus den Jahren 1869—1872. 4° & 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie und verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XXXIX, Heft 5 & 6; Band XL, Heft 1. Speyer, 1873; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 15—20. Graz, 1873; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1873, Nr. 11—13. Wien; 8°.

Memorial des Ingenieros. Tomo XXVII. Madrid 1872; 8°. — Estado del cuerpo de Ingenieros del ejército en 1873. Madrid; 8°.

Moniteur scientifique du D^teur^ Quesneville. 380°—382° Livraisons. Paris, 1873; 4°.

Nature. Nrs. 195—205, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Observatorio, Real, de Madrid: Anuario. I. Año. 1860; II. Año. 1861; VII. Año 1866. Madrid, 1859, 1861 & 1865; 8°. — Observaciones meteorológicas efectuadas en el Observatorio de Madrid, 1864—1865 & 1870—1871. Madrid, 1866 & 1872; 8°. — Resúmen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Peninsula. 1870—1871. Madrid. 1872; 8°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VII. Nr. 2. 1872; Vol. VIII, Nr. 4. 1873, Torino; 4°.

Osservatorio Reale, di Brera in Milano: Pubblicazioni Nr. III. Milano & Napoli, 1873; 4°.

Repertorium für Experimental-Physik etc. Von Ph. Carl. IX. Band, 3. & 4. Heft. München, 1873; 8°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. IIIe Année, 2e Série, Nrs. 4—14. Paris, 1873; 4°.

Sammlungen, Die, der vereinten Familien- und Privat-Bibliothek Sr. Maj. des Kaisers. I. Band. Wien, 1873; Folio.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. 1873. Disp. 4^{a}—6^{a}. Palermo; 4°.

Société Géologique de France: Bulletin. 2e Serie. Tome XXIX, (1872), Nr. 8; 3e Série. Tome Ier (1873), Nr. 3. Paris; 8°.

— des Ingénieurs civils: Mémoires et Compte rendu des travaux. 3e Série. 26e Année. 1er Cahier. Paris, 1873; 8°.

Verein der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg: Archiv. 26. Jahr. Neubrandenburg, 1873; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 30—40. Wien, 1873; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang, 10—12. Heft. Wien, 1873; 4°.

Beiträge zur Physiologie der Pflanzen.

Von **Franz Krašan.**

Die vorliegenden Beiträge sind in Krainburg vom Sommer 1871 bis zum Sommer 1873 gesammelt worden und schliessen sich theilweise an meine „Studien" (Verhandl. der k. k. zool.-botan. Gesellsch. in Wien, 1870), theilweise an die drei unter dem Titel: „Beiträge zur Kenntniss des Wachsthums der Pflanzen" veröffentlichten Abhandlungen an [1].

I. Welche Wärmegrade kann der Weizensame ertragen, ohne die Keimfähigkeit zu verlieren?

Es ist durch die Untersuchungen von Sachs und Anderen hinlänglich bekannt, dass die Tödtung der Zellen durch zu hohe Temperatur wesentlich von dem Wassergehalte derselben abhängt [2]. Hiernach werden saftige Gewebe schon unterhalb oder bei 50° getödtet, während z. B. lufttrockene Weizensamen, auf 65° 1 Stunde lang erwärmt, theilweise noch keimen. Daraus lässt sich schliessen, dass das Wasser die desorganisirende und tödtende Wirkung hoher Temperaturen unterstützt.

Wäre es demnach nicht möglich, durch eine weitere Entziehung des Wassers die Samen gegen noch höhere Temperaturen unempfindlich zu machen? Diese Frage versuchte ich durch 49 Experimente zu lösen; die meisten derselben waren Vorbereitungsversuche, die vor Allem die Bestimmung hatten, die individuelle Beschaffenheit der Samen, die Bedingungen der Keimung, die Richtigkeit der beim Experimentiren befolgten

[1] Man siehe Band LXVII der Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wissenschaften. I. Abth. März- und Aprilheft. Jahrg. 1873.

[2] Dr. Jul. Sachs, Lehrb. der Botanik, III. Aufl. pag. 639.

Methode und die Zweckmässigkeit der hiezu verwendeten Apparate in Evidenz zu stellen.

Zu allen Versuchen wurden ausgewählte Weizensamen (Wintersaat von Krainburg) genommen, die ich in einem Zimmer zu ebener Erde hielt. Dieses letztere war, weil geheizt, im Winter trocken, im Sommer jedoch war die Luft darin ziemlich feucht, wie es sich aus der geringen psychrometrischen Differenz ergibt, die in den Monaten Juni, Juli und August während des Tages zwischen 1·5° und 2° schwankte, während die Temperatur daselbst zu jener Zeit höchstens 22° erreichte [1].

Schon bei den ersten Versuchen hatte ich Gelegenheit, mich zu überzeugen, dass die Samen, auch wenn sie von derselben Aussaat abstammen und äusserlich ganz gleich sind, dennoch nicht gleich schnell keimen. Von 10 Samen beginnen z. B. bei einer Temperatur von 22—25° ein oder zwei schon nach 6—7 Stunden zu keimen, während der zehnte erst nach 12 oder 13 Stunden keimt. Jedoch ist dieser Fall unter gewöhnlichen Umständen selten. Am häufigsten beträgt die Zeitdifferenz der extremen Keimungsdauer nur $^1/_2$ oder $^1/_3$ der mittleren Keimungsdauer aller zehn Samen. So fand ich z. B. in einem bestimmten Falle, dass ein Same nach 6, fünf nach 7, drei nach $8^1/_2$ und ein Same nach 9 Stunden gekeimt hat; die mittlere Keimungszeit ist hier $7^1/_2$ Stunden, die Zeitdifferenz der Extreme beträgt 3 Stunden.

Es genügt übrigens, diesen Umstand bemerkt zu haben, um die aus demselben entspringende Fehlerquelle, die den wissenschaftlichen Werth von Keimungsversuchen wesentlich beeinträchtigen könnte, durch Wiederholung der Versuche unschädlich zu machen. Auch durch eine grössere Zahl von Samen liesse sich jener Übelstand entsprechend vermindern; doch zog ich es (aus Gründen, welche weiter unten ersichtlich werden) vor, die folgenden Keimungsversuche mit wenigen Samen, am häufigsten 10, durchzuführen, zur Sicherung des Resultates aber für jeden bestimmten Fall einen oder zwei (bisweilen auch mehrere) Controllversuche vorzunehmen.

---

[1] Alle Temperaturangaben beziehen sich auf die 100theilige Scala.

Als Beginn der Keimung wurde die Berstung der Samenhaut angenommen.

Nun war auch der Einfluss verschiedener Medien auf die Keimung sorgsam zu prüfen. Es liess sich im voraus vermuthen, dass die Anwendung verschiedener Medien verschiedene, miteinander kaum vergleichbare Ergebnisse zur Folge haben müsse, was sich denn auch bestätigte. Um aber zu möglichst brauchbaren Thatsachen zu gelangen, musste nicht nur während einer Versuchsreihe ein und dasselbe Medium beibehalten, sondern auch das den Samen entsprechendste und der Keimung günstigste angewendet werden. Die Medien, die ich in dieser Beziehung durch eigene Versuche geprüft habe, sind: modernde Spreu (Spelzen), in Moderung begriffene Sägespäne, frische Sägespäne, auf Wasser schwimmende, bis zur Oberfläche tauchende Korkscheiben, rostfarbiger, mit Quarzsand vermengter Thon, Gartenerde, Humus, Kalksand und reines Brunnenwasser.

Vor dem Gebrauche wurden Sägespäne, Erde, Sand und Spreu fast bis zum Überschuss mit Wasser befeuchtet. Nun brachte ich die Samen mit dem Keimende nach abwärts 1 oder 2 Mm. tief unter die Oberfläche des Mediums. Auf die schwimmende Korkscheibe legte ich sie der Länge nach so, dass der Keim nach oben gewendet war und leicht mit der Luft in Berührung kam, während der Same zur Hälfte in Wasser getaucht war. Zu den Keimungsversuchen mit Brunnenwasser benützte ich einen kleinen Porzellanteller, auf den die Samen ebenfalls der Länge nach mit der Keimseite nach oben gelegt wurden, so dass einige Tropfen Wasser dieselben bis zur Hälfte netzten. Der Teller wurde hierauf mit einem Kartenblatte bedeckt, theils um die zu rasche Verdunstung des Wassers zu verhindern, theils um das Licht zu dämpfen. Doch habe ich durch ein paar Nebenversuche gefunden, dass die Samen auch bei ungedämpftem Lichte ebenso schnell keimten.

Von allen genannten Medien erwies sich modernde Spreu als dasjenige, welches den Keimungsprocess am wenigsten fördert. Indem ich bei jedem Versuche mit diesem Keimboden zum Behufe des Vergleiches gleichzeitig eine gleiche Anzahl Samen in gewöhnlicher Erde unter sonst ganz gleichen Bedingungen keimen liess, fand ich, dass die Entwicklung des Keims in jenem Medium

durchschnittlich mehr als drei- oder viermal langsamer stattfindet als in gewöhnlicher Erde. Allein während ein oder der andere Same bisweilen nicht viel später keimte als unter den günstigsten Verhältnissen, verspäteten sich andere um mehrere Tage, so dass ich öfter vermuthete, sie würden gar nicht keimen. In diesem Falle brauchte der letzte Same mehr als achtmal so viel Zeit zur Keimung als der erste, und die durchschnittliche Keimungsgeschwindigkeit war von den beiden Extremen gar sehr verschieden.

Fast ebenso verhielten sich modernde Sägespäne, auch diese bewirkten eine sehr beträchtliche Verzögerung der Keimbildung und übten ebenfalls auf verschiedene (äusserlich ganz gleich aussehende) Samen einen verschieden nachtheiligen Einfluss aus. Selbst nach beendeter Keimung entwickelten sich solche Pflänzchen nur sehr langsam weiter. Als ich aber frische Sägespäne nahm und die Samen in gleicher Weise wie oben einsetzte (und bei gleicher Temperatur hielt), konnte ich gar keine Verspätung in der Keimentwicklung wahrnehmen, die Verlangsamung der Keimung war aber stets um so augenfälliger, je älter und bräunlicher die Sägespäne wurden. Am ungünstigsten und nachtheiligsten zeigte sich der so zubereitete Keimboden, wenn die Sägespäne, nachdem sie gut befeuchtet worden waren, mehrere Wochen der Einwirkung der Luft ausgesetzt, eine ganz braune Farbe angenommen hatten.

Zu ähnlichen Resultaten führten auch die Keimungsversuche auf der schwimmenden Korkscheibe, deren Oberfläche (beständig feucht) unausgesetzt mit der Luft in Berührung stand, wodurch in Folge der langsamen Zersetzung der Korksubstanz das Wasser im Behälter nach und nach braun gefärbt wurde.

Dagegen war bei Benützung des Sandes und des Thones als Keimboden keine merkliche Verzögerung der Keimung nachzuweisen, und auch der Humus gab, wenn er mit etwas Sand vermischt wurde, ein gleiches Resultat.

Es versteht sich, dass jeder der betreffenden Versuche aus zwei gleichlaufenden Theilversuchen bestand, indem zum Behufe des Vergleiches die eine Hälfte der Samen daneben in gewöhnliche Erde gesetzt wurde.

Keines der genannten Medien bietet aber der Entwicklung des Keimes einen grösseren Vortheil dar, als ganz reines Brunnenwasser: in keiner Erdsorte wurde eine schnellere Keimentwicklung beobachtet. Ausserdem können die Samen, wenn man sie in ganz seichtes Wasser legt, zu beliebiger Zeit leicht besichtigt werden, ohne dass man nöthig hat, sie herauszunehmen. Aus dem Grunde habe ich die durch Trocknung und Erwärmung präparirten Samen bei den folgenden Versuchen am häufigsten auf dem Porzellanteller in reinem Brunnenwasser keimen lassen.

Zur Trocknung und Erwärmung der Samen auf bestimmte Temperaturgrade diente als Recipient eine Eprouvette, die in einen eigens dazu hergerichteten Wärmeapparat gebracht wurde. Dieser Apparat besteht aus einem cylindrischen Gefässe aus Eisenblech von 10 Cm. Höhe und 11 Cm. Durchmesser. Oben ist eine 19·5 Cm. lange und 2 Cm. weite (unten geschlossene) Röhre so eingelöthet, dass sie 9 Cm. tief in den Raum des Gefässes hinabreicht. In diese Röhre kann ein hiezu passendes Thermometer (aus der Werkstätte des Herrn W. J. Hauck in Wien) beliebig tief eingeschoben werden. Das Gefäss hat oben eine kleine Öffnung zum Eingiessen des Wassers, dieselbe kann aber mittelst einer Metallplatte geschlossen werden.

Wird nun das Wasser im Gefässe mittelst einer darunter gestellten Weingeistlampe erwärmt, so steigt bald auch die Temperatur in der eingetauchten Röhre und wird, je nach der Regulirung der Flamme, nach $1/_2$ oder längstens nach 1 Stunde constant. Auf diese Weise gelang es mir, stets auf jeder beliebigen Höhe der Röhre 6—10 Stunden lang eine sehr constante Temperatur herzustellen. Bis ich aber den verlangten Temperaturgrad in der Röhre fand, musste das Thermometer bisweilen mehrere Male auf- und abgeschoben werden, was nicht ohne einen bedeutenden Zeitverlust geschah.

Fand sich nun an einer bestimmten Stelle der Röhre der verlangte constante Temperaturgrad, so wurde das Thermometer herausgenommen, das Object (gewöhnlich zehn Samen) in einem dünnen Papierblättchen mit einem Bindfaden rings um die Kugel desselben sorgsam befestigt und das Ganze dann wieder genau bis zur vorigen Tiefe in die Röhre geschoben. Oder die Samen

wurden, wenn es der Versuch so erheischte, in der Eprouvette bis zur betreffenden Stelle in der Röhre des Apparates gebracht; dann aber musste, wenn nach abgelaufener Frist das Object herausgenommen wurde, die Temperatur jener Stelle mittelst des Thermometers von neuem geprüft werden.

Nun folgte eine Reihe von Versuchen, deren Zweck im Wesentlichen die Constatirung des Verhaltens der Temperatur zu dem in den Samen enthaltenen Wasser war. Zu diesem Behufe wurden zunächst genau 1 Grm. Samen in offener Eprouvette $1\frac{1}{2}$ Stunde lang erwärmt, so dass die Temperatur nach $\frac{1}{2}$ Stunde constant wurde und 1 Stunde lang auf 97° stand. Hierauf wurden sie sofort gewogen, wieder in den Wärmeapparat eingesetzt, wieder gewogen, und dieses abwechselnd so lange wiederholt, bis die Samen keinen Gewichtsverlust mehr erlitten.

Aus vier solchen Versuchen ergab sich nun, dass die Samen in den ersten $1\frac{1}{2}$ Stunden nahe dreimal so viel Wasser verlieren als in den folgenden 4—6 anderthalb Stunden zusammen, und dass sie nach 5—7maligem Erwärmen dieser Art kein Wasser mehr abgeben. Der gesammte Gewichtsverlust erreichte im ersten Falle 9·6%, im zweiten 10·3%, im dritten 10·1%, endlich im vierten Falle 10·4% des Gesammtgewichtes (zu Anfang); er schwankte somit im Ganzen um 0·08%, ein Umstand, der sich wohl durch die Veränderlichkeit des Feuchtigkeitszustandes der Luft in dem ebenerdigen Zimmer, in welchem diese Untersuchungen angestellt wurden, am besten erklärt. Die Temperatur des Zimmers betrug damals mit geringen Abweichungen 18°, allein die Witterung war keineswegs beständig, während sich die so behandelten Samen als sehr hygroscopisch erwiesen, weshalb das Wägen durchaus nicht leicht war und nur bei Anwendung grosser Sorgfalt ein genaues Resultat versprechen konnte.

Wurde zu den so behandelten Samen, nachdem sie ungefähr 10% Wasser verloren haben, eine 8—10fache Quantität gut ausgeglüheten Chlorcalciums (in ein Papierblättchen eingewickelt) zugesetzt und die Eprouvette gut verschlossen, so entzog jenes nach 6—7stündiger Erwärmung auf 100° den Samen noch 2·5—

2·7% Wasser, so dass einmal der gesammte Gewichtsverlust auf 12·65% gestiegen war, während er ein anderes Mal diesen Werth beinahe erreichte. Mehr Wasser geben die Samen bei 100° auch nach mehrmals wiederholtem Erwärmen mit frisch geglühtem Chlorcalcium nicht von sich.

Aber auch schon bei gewöhnlicher Temperatur können die Weizensamen volle 10% Wasser abgeben, wenn sie mit gut ausgeglühtem Chlorcalcium unter festem Verschluss einige Wochen liegen bleiben. Wird dieses ein- oder etlichemale erneuert (d. i. frisch ausgeglüht), so gehen bereits in 15—20 Tagen 10% Wasser ab.

Solche bei gewöhnlicher Temperatur mittelst Chlorcalcium langsam getrocknete Samen keimen, wie ich mich öfter überzeugt habe, ebenso schnell wie gewöhnliche nicht getrocknete Samen; der Abgang des Wassers schwächt in keiner merklichen Weise die Keimkraft derselben. Ob sie aber dadurch, dass man ihnen auf diesem Wege allmälig alles Wasser entzieht, die Keimfähigkeit ganz oder theilweise verlieren, war nicht möglich zu ermitteln, da es mir durchaus nicht gelingen wollte, mehr als 10% Wasser durch diese Behandlung aus ihnen herauszubringen.

Auch über den einen Bestandtheil der Samen, das Amylum, wurden ähnliche Untersuchungen angestellt. Aus zwei Versuchen mit Stücken von *Amylum tritici*, welche ich zu verschiedenen Zeiten auf die angegebene Weise bei gewöhnlicher Temperatur mittelst geglühten Chlorcalciums unter luftdichtem Verschlusse langsam getrocknet habe, ergab sich nach etlichen Wochen einmal 12·16%, das andere Mal 12·6% als höchster Gewichtsverlust, indem nach Erneuerung des Chlorcalciums, als diese Percenthöhe erreicht worden war, das Object kein Wasser mehr abgab.

Ein Stück Amylum von 1·270 Grm. Gewicht wurde am 2. November neben 10 Grm. concentrirte (nicht rauchende) Schwefelsäure unter einen kleinen becherförmigen Glassturz mit geschliffenem Rande gestellt. Der Rand des Bechers wurde mit Fett bestrichen, damit er sich an die Glasscheibe, welche als Unterlage diente, ganz dicht anschliesse. — Am 7. November war nun das Gewicht des Amylum-Stückes 1·120 Grm., am 16. desselben Monates 1·115 Grm. Von da an bis 8. December hat das Object keinen Gewichtsverlust mehr erlitten, wenn auch die

Schwefelsäure noch lange nicht mit Wasser gesättigt war. — In diesem Falle betrug die ganze Gewichtsabnahme 12·2%.

Im Laufe desselben Winters, wo ich die Trocknungsversuche mittelst Schwefelsäure noch dreimal (bei 13—14°) in demselben Zimmer wiederholte, fand ich als höchsten Gewichtsverlust einmal 12·4%, das zweite Mal 12·6%, das dritte Mal 12·4%. Alle diese Resultate scheinen die Ansicht zu bestätigen, dass die Stärke durch Trocknung bei gewöhnlicher Temperatur nur einen Theil des in ihr enthaltenen Wassers verliert, denn bei 100° mit Chlorcalcium unter gutem Verschlusse 8—10 Stunden lang erwärmt, verliert sie 17% Wasser [1].

Als diese und etliche andere, hier nicht speciell bezeichnete Voruntersuchungen beendet waren, durfte ich zu den eigentlichen Experimenten übergehen, die zur Erledigung der Eingangs ausgesprochenen Frage bestimmt waren. Im Folgenden wird Kürze halber nur von den Hauptversuchen Rechenschaft gegeben. Jedes Keimungsexperiment ist ein Doppelversuch, in dem zu den präparirten Samen zum Behufe des Vergleiches eben so viele nicht präparirte gleichzeitig auf den kleinen Porzellanteller gebracht wurden.

1. Versuch. Zwölf Samen wurden ohne welche Präparation in Papier um die Kugel des Thermometers befestigt und in die Röhre des Wärmapparates geschoben.

Die auf die Samen einwirkenden Temperaturen waren: $20—60\frac{1}{2}^{\circ}$, $60\frac{1}{2}—62\frac{1}{2}^{\circ}$, $62\frac{1}{2}—62\frac{1}{3}^{\circ}$, $62\frac{1}{3}—62\frac{1}{2}^{\circ}$, durch je 1 Stunde, die ganze Dauer der Exposition betrug somit 4 Stunden, wobei die Temperatur von $62\frac{1}{3}—62\frac{1}{2}^{\circ}$ durch $2\frac{1}{2}$ Stunden einwirkte. Temperatur an der betreffenden Stelle während des Keimungsversuches: 23—24°. Das Licht: schwach; der Teller wurde überdies mit einem Kartenblatt bedeckt. Tageszeit der Aussaat: 8^h a. m. — Resultat: Die behandelten Samen begannen nach 10 Stunden zu keimen; sie hatten sich durchschnittlich um 3 Stunden gegen die anderen verspätet; die

---

[1] Den Bericht über die weiteren Ergebnisse dieser Untersuchungen behalte ich mir für eine spätere Gelegenheit vor.

Verzögerung der Keimbildung wurde einige Stunden später noch deutlicher.

2. Versuch. Es wurden zwölf Samen bei gleicher Behandlung wie im vorigen Versuch $1\frac{1}{4}$ Stunde lang allmälig von 20 auf 70° erwärmt, das Übrige wie oben; Temperatur an der betreffenden Stelle während der Exposition auf dem Teller: 23—24°. — Resultat: Innerhalb 24 Stunden haben alle zwölf Samen gekeimt, die Keimentwicklung ging jedoch in den ersten Stadien durchschnittlich um circa 3 Stunden langsamer vor sich als bei den nicht behandelten Samen; die Retardation war augenfällig.

3. Versuch. Zehn Stück Samen wurden wie oben in einem Papierblättchen rings um die Thermometerkugel befestigt und so in die Röhre des Wärmapparates gebracht. Die Temperatur stieg schon in der ersten Viertelstunde auf 67°. Nachdem nun die Samen in 15 Minuten den Temperaturwechsel von 20 auf 67° überstanden hatten, wurden sie noch 1 Stunde lang in der Röhre gelassen. In dieser Zeit stieg die Temperatur allmälig von 67 auf $69\frac{1}{2}$°. Nun wurden sie herausgenommen und am folgenden Tage auf den Teller in etliche Tropfen Wasser gebracht. — Resultat: Nach 12 Stunden hatte kaum ein Same zu keimen angefangen, in 24 Stunden keimten 9 Stück. Die Retardation betrug durchschnittlich 3—4 Stunden, da nicht behandelte Samen unter sonst gleichen Verhältnissen bei jener Temperatur (24—25°) in 7—8 Stunden keimten.

4. Versuch. Zwölf Stück Samen wurden wie oben um die Thermometerkugel gewickelt und $2\frac{1}{4}$ Stunden lang bis auf 81° erwärmt. Die Höhe von 80° erreichte die Temperatur schon in der ersten Viertelstunde und blieb bei 81° durch $1\frac{1}{2}$ Stunden constant. — Resultat: Von den so behandelten Samen hatte (bei 24—25°) nur 1 Stück, doch sehr unvollständig, nach 3 Tagen gekeimt, alle übrigen schwollen im Wasser stark an, zeigten einen teigigen Inhalt und waren völlig getödtet.

5. Versuch. Vierzig Stück Samen wurden mit geglühtem Chlorcalcium in verschlossener Eprouvette 12 Tage lang bei 15—$17\frac{1}{2}$° liegen gelassen. Hierauf brachte ich sie, nachdem ich frisch geglühtes Chlorcalcium in das Gläschen gegeben und dieses wieder gut verschlossen hatte, in die Röhre des Wärme-

apparates, wo sie 11 Stunden lang einer Temperatur von 44—46¼° ausgesetzt waren. Durch diese Behandlung erlitten sie eine Gewichtsabnahme von 9%. Nun wurde das Chlorcalcium wieder frisch ausgeglüht, und die Erwärmung der Samen gleich fortgesetzt, und zwar auf

17½—62½°	durch	½ Stunde
62½—66¼°	"	¼ "
66¼—68¾°	"	½ "
68¾—68°	"	½ "
68 —70°	"	1¾ "

Am folgenden Tage wurden 14 Stück dieser Samen in feuchte Gartenerde gesetzt, 1 Mm. tief, liegend mit der Keimseite nach oben. — Die Keimung begann bei den nicht behandelten Samen daneben nach 13 Stunden; aber auch die in obiger Weise behandelten keimten, und zwar gleichzeitig mit jenen; nur bei etlichen wenigen war eine Verlangsamung in der Keimentwicklung wahrzunehmen. Es hat somit die Keimfähigkeit der Samen durch die obige Behandlung eine kaum merkliche Schwächung erlitten. Die Temperatur während der Keimung war 20—21°. Die übrigen Samen wurden unter festem Verschluss mit geglühtem Chlorcalcium verwahrt, um für den 7. Versuch benützt zu werden.

6. Versuch. Es wurden 1 Grm. Samen 26 Stunden lang mit Chlorcalcium bei 17½° in geschlossener Eprouvette gehalten; sie verloren dadurch 3% Wasser, und als sie dann durch 46 Stunden mit frisch geglühtem Chlorcalcium unter gutem Verschluss auf 50—56¼° erwärmt wurden, gaben sie noch 6% Wasser ab, so dass nun der gesammte Gewichtsverlust 9% betrug. Dennoch keimten, als ich 7 Stück in obiger Weise ins Wasser jener einfachen Vorrichtung brachte, alle schon innerhalb 24 Stunden und zwar gleichzeitig mit den nicht behandelten Samen. Sie gaben auch sämmtlich gesunde kräftige Pflänzchen, woraus deutlich zu erkennen ist, dass ihre Keimfähigkeit durch die erfahrene Behandlung in keinerlei Weise geschwächt worden ist. (Die Temperatur während der Keimung betrug 18—19°). — Der Rest jener Samen wurde neuerdings bei Gegenwart von frisch geglühtem Chlorcalcium weiter erwärmt, und zwar auf

62—69° durch 2 Stunden
55—56° „ 11 „
65—66° „ 2 „

und schliesslich auf 72° durch volle 11 Stunden, ohne dass sie in dieser ganzen Zeit herausgenommen worden wären. Durch diese neue Behandlung gaben die Samen wieder 3% Wasser von sich; und nun betrug der gesammte Gewichtsverlust 12%.

Auch so keimten die Samen noch, allerdings 5—6 Stunden später als nicht behandelte, und gaben nach einiger Zeit normal ausgebildete Pflänzchen, jedoch ging deren Entwicklung Anfangs schon bedeutend langsamer vor sich als unter gewöhnlichen Umständen; denn 7 Tage nach der Aussaat war die Gesammtlänge aller Keimtheile und Keimpflänzchen zusammen kaum $^1/_5$ von jener der übrigen (d. i. der aus den nicht behandelten Samen entsprossenen). Die Temperatur während der Keimung betrug 18—19°.

7. Versuch. Zwölf andere von jenen mit Chlorcalcium gut verwahrten Samen (siehe 5. Versuch) wurden, nachdem sie mehr als einen Monat unter gutem Verschluss gelegen sind, mit frisch ausgeglühtem Chlorcalcium erst 10 Stunden lang einer Temperatur von 60—61° ausgesetzt, hierauf unter erneuertem Chlorcalcium wieder 10 Stunden lang auf 68—70° und, ohne herausgenommen worden zu sein, 3 Stunden lang auf 91—92$^1/_2$° weiter erwärmt. Es geschah dieses in einer längeren Eprouvette, so dass, während die Samen unten eine Temperatur von 91—92$^1/_2$° zu ertragen hatten, die Chlorcalcium-Stücke nahe an der Mündung des Gläschens kaum einer mässigen Wärme von 40—43° ausgesetzt waren.

Der Keimungsversuch mit den so präparirten Samen wurde auf dem kleinen Porzellanteller mit Wasser ausgeführt. Der Teller mit den Samen wurde, mit einem Kartenblatt bedeckt, an einen ruhigen Ort des Zimmers (mit 25° Temperatur) hingestellt. Aber schon nach 8 Stunden barst bei einem Stück die Samenhaut, 3 Stunden später keimten noch zwei Samen, und 16 Stunden nach der Aussaat gab es schon vier keimende Samen. Innerhalb 24 Stunden hatten alle gekeimt, aber nur eilf Stück gaben nach und nach gut entwickelte Pflänzchen. Die Entwicklung

derselben ging im Ganzen ungefähr 3- oder 4mal langsamer vor sich, als es bei den aus nicht behandelten Samen entsprossenen unter sonst gleichen Umständen der Fall ist.

8. Versuch. Zwanzig Stück Samen wurden wie oben unter gutem Verschluss mit ausgeglühtem Chlorcalcium zunächst 5 Tage lang bei 25° liegen gelassen. Nachdem das letztere wieder frisch ausgeglüht in die Eprouvette gebracht und diese gut verschlossen worden war, blieben die Samen so noch 2 Tage, dann aber setzte ich sie allmälig durch 9 Stunden einer Temperatur von $55^1/_2$° aus. Nach Erneuerung des Chlorcalciums liess ich hierauf eine Temperatur von 59—60° durch 5 Stunden auf die Samen einwirken und am folgenden Tage (ohne sie natürlich aus der Eprouvette herausgenommen zu haben) noch weiter 10 Stunden lang einen gesteigerten Temperaturgang ertragen. In diesen letzteren 10 Stunden empfingen die Samen nämlich 60—61° durch 3 Stunden, $62^1/_2$—$68^3/_4$° durch 2 Stunden, 80—85° durch 2 Stunden, $92^1/_2$—$93^3/_4$° durch 3 Stunden, indem die Eprouvette tiefer und tiefer in die Röhre des Wärmeapparates geschoben wurde. — Nochmals wurde das Chlorcalcium erneuert, dann aber die Samen noch weiter erwärmt, und zwar auf $93^3/_4$° durch 1 Stunde, auf $96^1/_4$° durch 2 Stunden und endlich auf 100° durch volle 4 Stunden. — Die Samen hatten somit durch Erwärmung vier gesteigerte Temperaturgänge zu ertragen, der erste war 9-, der zweite 5-, der dritte 10-, der vierte 7stündig, ohne die Zeit zu rechnen, welche die Temperatur brauchte, um sich von dem gewöhnlichen Wärmegrade bis zu der betreffenden Höhe zu erheben. Während eines Temperaturganges wurde die Flamme unter dem Wärmapparate möglichst constant erhalten.

Nun wurden 10 Stück von den so behandelten Samen sofort gewaschen, auf den Porzellanteller gebracht und ihnen einige Tropfen Wasser zugesetzt. Den Teller bedeckte ich wie gewöhnlich mit einem Kartenblatt und stellte das Ganze in einen Winkel des Zimmers hin, wo die Temperatur seit mehreren Tagen 22—23° betrug.

Resultat: Nach 30 Stunden begannen zwei Samen zu keimen, 12 Stunden später keimte noch einer, einige Zeit später (circa 60 Stunden nach der Aussaat) noch ein Stück, und noch

später hatte ein fünfter Same gekeimt, am spätesten aber ein sechstes und ein siebentes Stück, deren Keime erst nach 16 und 20 Tagen sichtbar wurden. Ich muss hier bemerken, dass ich 8 Tage nach der Aussaat die Wurzeln der Keimpflanzen auf dem Teller mit einer 3—4 Mm. dicken Schicht von Gartenerde bedeckte, zur leichteren Fortentwicklung der Keimpflänzchen. Es lässt sich daher nicht sicher bestimmen, wann dieser sechste und siebente Same zu keimen angefangen hatte, da er mit Erde bedeckt war.

Die übrigen drei Samen hatten theils gar nicht, theils nur sehr unvollständig gekeimt. Die zwei Samen, welche zuerst keimten, brauchten zur Entwicklung des Keims in den frühesten Stadien 4- bis 5mal so viel Zeit als nicht behandelte Samen. Im Ganzen, d. i. im Durchschnitt, ging aber die Entwicklung der Keimpflanzen, wie schon aus dem Obigen zu ersehen ist, noch viel langsamer vor sich. Demungeachtet gingen nach und nach aus den ersten vier Samen, und auch aus dem sechsten, gesunde ziemlich kräftige Pflanzen hervor; nur der fünfte Keim blieb, nachdem er die Länge von einigen Millimetern erreicht hatte, in der Entwicklung stehen.

Bemerkenswerth ist der Umstand, dass das Würzelchen unter solchen Verhältnissen zu Anfang am meisten im Wachsthum zurückbleibt.

Ich behielt die auf eine so unerwartete Weise erhaltenen Pflänzchen mehrere Wochen. In dieser Zeit bekamen jene zwei, welche sich zuerst entwickelt hatten, drei Blätter, ein anderes hatte bis dahin nur zwei Blätter getrieben, drei blieben klein, hatten aber doch ein grünes gesundes Aussehen.

- - - - - -

Bezüglich der Manipulation bei den vier letzten Versuchen sei zur besseren Verständigung noch bemerkt, dass das Chlorcalcium in zwei Partien in die Eprouvette gebracht wurde; die erste Partie bestand in kleinen, gut ausgeglühten Stücken, welche noch heiss in ein kleines Blatt von feinem Papier schnell eingewickelt und fast bis auf den Grund des Gläschens hinabgeschoben wurden, so dass zwischen Samen und Chlorcalcium nur ein kleiner Raum übrig blieb. Der übrige Raum wurde mit

ebenfalls gut ausgeglühten Chlorcalcium-Stücken (heiss eingebracht), bis zur Mündung ausgefüllt. Was den Verschluss anbelangt, so bestand derselbe aus einem dicht schliessenden, mit Wachs bestrichenen Korkstöpsel.

Die Samen blieben im Gläschen (unten am Boden, immer beisammen) bis zur Beendigung der Trocknung oder beziehungsweise Erwärmung, während die lose eingeschütteten Stücke von Chlorcalcium von Zeit zu Zeit, wie es der Versuch verlangte, herausgenommen, frisch ausgeglüht und schnell wieder eingeschüttet wurden. Überhaupt wurde für die Fernhaltung der Luftfeuchte auf jede nur mögliche Weise gesorgt.

Eine besondere Beachtung erforderte der Umstand, dass, während der untere Theil der Eprouvette mit den Samen hohen Temperaturen ausgesetzt wurde, das Chlorcalcium zu oberst nahe an der Mündung nur wenig warm sein durfte, weil es sonst das von den Samen abgehende Wasser nicht schnell genug aufgenommen haben würde. Schon durch die Voruntersuchungen habe ich mich überzeugt, dass man umsomehr Aussicht hat, Samen, die man einer ungewöhnlich hohen Temperatur (etwa von 50° aufwärts) ausgesetzt hatte, zum Keimen zu bringen, je langsamer und vollständiger man ihnen durch Trocknung und künstliche Erwärmung das Wasser entzogen hat. So ertragen dieselben z. B., wie wir eben nachgewiesen haben, sogar die Siedhitze mehrere Stunden lang, ohne die Keimfähigkeit ganz zu verlieren, indem sie auf die angegebene Weise entwässert worden sind; ja es ist selbst nicht weniger als sehr wahrscheinlich, dass alle gesunden und gut ausgereiften Weizensamen die Siedhitze noch längere Zeit ohne wesentlichen Schaden ertragen, wenn deren Entwässerung sehr allmälig durch schrittweise Erhöhung der Temperatur mit Beihilfe des Chlorcalciums (welches natürlich möglichst häufig zu erneuern ist) bewerkstelligt wurde. Dagegen ist es minder wahrscheinlich, dass man auch selbst durch die genaueste und passendste Manipulation dieser Art jene Verzögerung oder Verlangsamung des Keimungsprocesses vollständig verhindern könnte. Was nun schliesslich den Temperaturgrad, welcher unter solchen Umständen die Keimfähigkeit des Samens gänzlich zerstört, anbelangt, so liegt derselbe ohne Zweifel über dem Siedepunkte.

II. Voruntersuchungen über die Keimung der Knollen und Zwiebeln einiger Vorfrühlingspflanzen.

Als ich im März des Jahres 1871, nach jenem strengen Winter, nahe an der Save nächst Krainburg wie zufällig an einer Stelle die harte, mehr als 3 Monate alte Schneekruste aufhob, wie war ich erstaunt, ganze Blüthenbüschel der stengellosen Primel *(P. acaulis)* darunter zu finden, Blüthenbüschel, so frisch und schön, wie sie sonst nur im April an warmen sonnigen Ufergeländen zu sehen sind. Im vorausgegangenen October und November waren sie noch nicht da; es fanden sich damals höchstens einzelne sehr zerstreute Blüthen, ohne junge Blätter: sie mussten sich daher, obschon der Boden so lange Zeit gefroren war, im Laufe des Winters unter dem Schnee entwickelt haben, was ich auch aus dem Umstande erkannte, dass die Blüthen ringsum von ganz jungen, etwas gelblichen Blättern umgeben waren.

Anderwärts gab es *Galanthus* unter dem Schnee, *Crocus* und halbaufgeblühte Leberblümchen. Man sah es ihnen an, dass sie sich um jeden Preis den Fesseln des Winters zu entwinden suchten, denn hie und da krochen sie, von der Last halb zerknickt, unter dem Schnee hervor.

Die seltsame Energie, mit welcher sich diese ersten Regungen des Pflanzenlebens gegenüber den noch immer sehr rauhen Frösten und dem sonstigen Ungemach der Jahreszeit geltend machten, war mir umsoweniger erklärlich, als der Boden an jener Stelle noch gefroren war und die Pflanzen auch an warmen Tagen unmöglich eine höhere Temperatur als 0° empfangen konnten, während in den Monaten December, Jänner und Februar viel tiefere Temperaturgrade über dem Schnee herrschend waren. Welche Temperaturen sind demnach diesen Pflanzen erforderlich? Ist ihnen ein so niedriges Wärmemass durchaus und unter jeder Bedingung nothwendig? Wie verhalten sie sich zu den Temperaturen des Sommers?

Diese und ähnliche Fragen beschäftigen mich seitdem unablässig; aber es gelang mir bisher kaum einige Anhaltspunkte zu gewinnen: die vollständige Beantwortung derselben wird (es sei denn, dass auch von Seite Anderer diesem Gegenstande einige

Aufmerksamkeit und wirksame Theilnahme geschenkt werde) auch im günstigsten Falle viel Zeit und Arbeit in Anspruch nehmen.

Ich wählte mir als vorzüglichste und am leichtesten zu behandelnde Vorfrühlingspflanzen: *Crocus vernus, Corydalis cava* und *C. solida* nebst *Galanthus nivalis.*

Am 28. Juni 1871 wurde eine grössere Anzahl Knollen von *Corydalis solida* nebst einigen Zwiebeln von *Crocus vernus* im Freien nächst Krainburg aus der Erde genommen. Sie hatten keine Wurzeln mehr und auch die Überreste der abgestorbenen Stengel und Schäfte waren daran längst verschwunden. Um das Vertrocknen der Objecte möglichst zu verhüten, that ich sie sofort an Ort und Stelle in ein kleines Glasgefäss, das ich zu diesem Zwecke mitgenommen hatte, bedeckte sie sorgfältig mit ihrer natürlichen Erde und verschloss den Behälter, welcher vollgefüllt war, mit einem dicht passenden Korkstöpsel.

So aufbewahrt, hielten sich die Versuchspflanzen, ohne eine sichtbare Veränderung erlitten zu haben, Monate lang, und konnten je nach Bedarf einzelne Stücke herausgenommen und zu den folgenden Versuchen benützt werden.

Noch an demselben Tage wurde eine kleine Anzahl dieser Knollen und Zwiebeln aus dem Behälter herausgenommen, in einen Glasbecher mit feuchter Erde verpflanzt und das Ganze zwischen die Eisstücke eines Eishaufens in der Kammer eines dunklen Kellers gestellt, wo die Versuchspflanzen 9 Tage lang blieben, ohne dass diese Behandlung eine sichtbare Veränderung derselben zur Folge gehabt hätte. In einen anderen Becher (in gleicher Weise) versetzt und neben dem Eishaufen an einer Stelle mit +5° Temperatur wieder 9 Tage lang gehalten, gaben sie gleichfalls kein Lebenszeichen von sich.

Als ich aber die Pflanzen unmittelbar darauf in die Vorkammer des Eiskellers brachte, deren Temperatur ziemlich constant 10° betrug, und daselbst 14 Tage (bis 30. Juli) stets im Dunklen, in dumpfer feuchter Luft, liegen liess, zeigte es sich, dass die Zwiebeln von *Crocus* mehrere 4—6 Mm. lange Würzel-

eben getrieben hatten. Die Knollen von *Corydalis* hatten je eine gelbliche, 2—3 Mm. lange kegelförmige Stammknospe. Die Pflanzen wurden dort noch weiter behalten, und als ich sie am 20. August herausnahm und besichtigte, fand ich, dass die Knospen bei Corydalis mehr als dreimal grösser geworden waren und bereits sehr entwickelte Wurzeln besassen. An den Zwiebeln von Crocus war nun auch der Keim sichtbar geworden, aus welchem sich unter entsprechenden Verhältnissen die Blüthe vielleicht im Laufe desselben Sommers entwickelt haben würde. Allein ich hielt diesen Versuch hier für beendet, und es lag mir jetzt zunächst daran, zu erfahren, wie sich diese Pflanzen, die eben recht zu treiben angefangen hatten, bei höheren Temperaturen verhielten.

Zu diesem Behufe wurden die Pflanzen am 20. August aus dem Keller in meine Wohnung gebracht. Hier blieben sie durch 3 Tage mit ihren Keimspitzen offen dem Lichte ausgesetzt, von da an bis zum 6. September mit feuchter (etwas sandiger) Erde vollkommen bedeckt unter einem mit dunklem Papier umwickelten Glassturz beständig in einem Zimmer mit 25—26° Temperatur. Zu Anfang (den 20. August) hatte eine Knospe von *Corydalis* 5, eine zweite 4 Mm. Länge, eine von *Crocus* mass 9 Mm., aber während der ganzen 16tägigen Periode haben die Keimknospen um gar nichts weiter zugenommen, obschon für hinreichende Feuchtigkeit und Luftzutritt gesorgt worden war. Da die Keimknospen auch später noch bei Temperaturen von 23—25° keinen Fortschritt machen zu wollen schienen, stellte ich den Behälter mit den Pflanzen in einen dunklen Winkel des Zimmers und schenkte ihnen keine Beachtung mehr, doch hatte ich zur Verhütung des Austrocknens der Erde den Becher mit einem Gegenstande bedeckt und die Pflanzen während meiner späteren Abwesenheit einige Male befeuchten lassen. Im folgenden März fand ich die Keimknospen zu, allerdings etiolirten Pflänzchen ausgewachsen: *Crocus* hatte nebst Blüthenknospen ziemlich normal aussehende Blätter getrieben; bei *Corydalis* waren die Stengel zwirndünn, die Blätter sehr wenig entwickelt und missfarbig.

Am 30. Juli nahm ich wieder einige Zwiebeln und Knollen aus jenem Behälter, der von Anfang an in einem Zimmer mit 22—26° Temperatur stand, und pflanzte sie in gleicher Weise

in einen Glasbecher mit feuchter Erde. Allein ich stellte jetzt die Pflanzen sofort in einen Winkel in der Vorkammer des Eiskellers, wo die Temperatur bei sehr geringen Schwankungen 10° betrug. Bis zum 20. August hatten nun fast alle Zwiebeln von *Crocus* zahlreiche Wurzeln getrieben, bei einem Stück fand ich auch eine 4 Mm. lange Keimknospe, wenngleich die Erde nur wenig feucht war. An den Knollen von *Corydalis* waren ebenfalls ausser Wurzeln kleine gelbliche Keimknospen zu sehen.

Ich habe die eben beschriebenen Versuche diesen Sommer (1873) wiederholt. Am 11. Juni wurden auch diesmal Zwiebeln und Knollen von *Crocus, Galanthus, Corydalis solida* und dazu noch *C. cava* im Freien aus der Erde genommen. Bei *Crocus* waren die Blätter theils schon ganz abgestorben, theils waren sie noch in der Mitte etwas grün, aber die Früchte sämmtlich reif, bei den meisten die Samen aus den Kapseln bereits ausgefallen. Die Zwiebeln hatten keine functionirenden Wurzeln mehr. — Bei *Galanthus* waren die Früchte aussen noch grün, die Blätter aber sämmtlich abgewelkt; die Wurzeln schienen noch ziemlich frisch. — *Corydalis* hatte keine Wurzeln und auch von den Stengeln und Blättern war nichts mehr zu sehen. Die Aufbewahrung dieser Objecte geschah wie oben.

Am 14. Juni nahm ich etliche Stück und pflanzte sie, indem ich sie mit ihrer natürlichen Erde umgab, in einen Glasbehälter; den Raum über und unter den Pflanzen füllte ich mit Gartenerde aus, und zwar so, dass die Knollen und Zwiebeln nur 5—10 Mm. unter das Niveau zu liegen kamen. Das Ganze stellte ich auf einen Holzblock im Eiskeller, 1 Mtr. vom Eishaufen entfernt. Was die Temperatur an jener Stelle anbelangt, so betrug sie damals 5°.

Das Ergebniss dieses Versuches besteht in folgenden Thatsachen. Als die Pflanzen am 14. Juli (also nach 1 Monat) herausgenommen und besichtigt wurden, fand es sich, dass nur zwei Knollen von *Corydalis cava* zu treiben begonnen hatten; sie besassen die eine 4 und die andere 8 functionirende Würzelchen, welche bei der ersten Zwiebel 3—10, bei der anderen 8—15 Mm. lang waren. An jedem der beiden Knollen war eine ungefähr 2 Mm. lange gelblich-grüne Keimknospe zu sehen (an der Basis des abgestorbenen und bereits abgefallenen alten Stengels). Die

mperatur betrug jetzt $6^1/_4$°, war also seit 14. Juni um $1^1/_4$° stiegen; die Erde im Gefässe war aber wie zu Anfang feucht, die Verdunstung in der kalten und dumpfen Luft des Kellers r sehr unbedeutend gewesen ist.

Von den anderen Pflanzen hatte keine zu keimen oder urzeln zu treiben angefangen.

Von da an blieben die Pflanzen, nachdem sie behutsam wie-r in denselben Behälter zurückversetzt, wie früher mit Erde be-ckt, und etwas befeuchtet worden waren, in einem Zimmer zu ener Erde an einem dunklen Ort, dessen Temperatur 20—22° trug, mehrere Wochen, trieben aber nicht weiter: sie liessen erhaupt keinen Fortschritt in der Entwicklung der Wurzeln d Keime wahrnehmen.

Gegen Ende des Monates Juni wurden die zum Zwecke sol-er Versuche aufbewahrten Pflanzen (Knollen und Zwiebeln) einen Blumentopf mit feuchter Erde versetzt, den ich hinter ine gegen Südwest gelegene Mauer stellte, so dass die Versuchs-bjecte Temperaturen zwischen 22 und 28° ausgesetzt waren. Da der Blumentopf mit einem Brettchen bedeckt war, so blieb die Erde darin beständig und ziemlich gleichmässig feucht. Nun ahm ich am 14. Juli etliche Stücke und setzte sie in ein Glas-gefäss mit Erde, wie oben, befeuchtete sie und stellte das Ganze wieder in einen Winkel der Vorkammer des bereits erwähnten Eiskellers, wo zu der Zeit eine Temperatur von 10° auf die Pflanzen einwirkte. Allein bis 12. August war die letztere auf 13° gestiegen. Es fand sich nun an diesem Tage, dass die Zwie-beln von *Galanthus* und *Crocus* noch nicht, die Knollen von *Cory-dalis solida* und *C. cava* hingegen gar merklich getrieben hatten. Insbesondere zeigten die Knollen von *C. cava* zahlreiche 1—3 Mm. lange Wurzeln und gelbliche 2—4 Mm. lange Keimknos-pen; jene von *C. solida* hatten viel kleinere Wurzeln und die Keimknospen waren eben kaum sichtbar geworden.

Warum *Crocus* dieses Jahr bei obiger Behandlung nicht ge-trieben hat, ist mir nicht klar, bin ich doch mit der genannten Pflanze in ähnlicher Weise umgegangen wie im Jahre 1871. Was *Galanthus* anbelangt, so habe ich ebenfalls schon damals einige Kenntnisse über das Verhalten dieser Pflanze durch Culturver-suche während des Sommers gewonnen, indem ich eine grössere

Anzahl von Zwiebeln, die ich den 15. Mai (als die Blätter noch grün waren) im Freien aus der Erde genommen hatte, hiezu benützte. Am 9. Juli wurde ein Theil der Zwiebeln (in Erde wie oben) auf das Eis im Keller gesetzt, ein anderer Theil in die Vorkammer (mit 10—12°) gestellt und bis 18. August dort liegen gelassen. Auf dem Eise (bei 0—2°) trieben die Zwiebeln nicht, wohl aber in der Vorkammer, wo sie ziemlich lange Wurzeln entwickelt hatten. Die Stücke, welche nicht getrieben hatten, setzte ich in einen Blumentopf mit feuchter Erde und behielt sie von da an beständig in meinem Wohnzimmer. Als gegen Ende August die Temperatur im Zimmer nach und nach auf 20° gesunken war, bemerkte ich beim Herausnehmen der Pflanzen, dass sie Wurzeln getrieben hatten, von Keimknospen war jedoch aussen noch keine Spur zu sehen.

Auch im Freien wurde *Galanthus* zu verschiedenen Zeiten während des Sommers untersucht, doch die ersten frischen Würzelchen (ohne Keimknospen) erschienen erst gegen Ende des Monates August. Um 7 Uhr Morgens betrug die Temperatur des Bodens an einer Stelle in der Tiefe der *Galanthus*-Zwiebeln damals 14° und einige Centimeter tiefer $16^1/_2$°. Es scheint demnach, dass die höchste noch anregende Temperatur, bei welcher *Galanthus* unter den mir bisher bekannten Bedingungen im Laufe des Sommers treibt, nicht über dem 21. Grade liegt. Bei tieferen Temperaturen geht die Entwicklung der Wurzeln und des Keims, wie ich mich in den darauffolgenden Monaten September und October überzeugt habe, rascher vor sich, jedoch verglichen mit der Keimung z. B. der Weizensamen, immer noch sehr langsam. Das Optimum scheint zwischen 10 und 13° zu liegen.

In der eben erwähnten Langsamkeit der Entwicklung der Pflanze auch bei der günstigsten (anregenden) Temperatur während des Sommers und des Herbstes liegt, wie ich glaube, eine der wichtigsten Ursachen, warum wir das Schneeglöckchen nicht schon im October oder (in südlicheren Gegenden im) November zur Blüthe kommen sehen. Wir müssen aber an dieser Stelle bemerken, dass die Pflanze, abgesehen von den Einwirkungen der Temperatur und anderer Einflüsse, zur Zeit der Streckung des Blüthenschaftes die grösste Tendenz des Wachsthums besitzt (Culmination der grossen Entwicklungsperiode), allein gerade

zu dieser Zeit, im Februar oder März unter dem Schnee, empfängt sie Temperaturen, welche jedenfalls +2° nicht übersteigen, Temperaturen, bei welchen sie im Sommer Monate lang kein Lebenszeichen von sich gegeben haben würde. Ist es die Culmination der grossen Periode allein, welche diese verhältnissmässig so rasche Entwicklung der Pflanze zu jener Zeit bedingt?

Wiewohl detaillirtere Untersuchungen über *Crocus* bisher noch fehlen, so lässt sich aus dem Wenigen, was wir oben gefunden haben, doch so viel entnehmen, dass sich diese Gattung im Wesentlichen nicht viel anders verhält als *Galanthus*. Ebendarum glaube ich, dass die folgende Thatsache, zu deren Kenntniss ich durch eine freundliche Mittheilung des Hrn. K. Fritsch gelangte, auch für den Leser dieser kleinen Abhandlung nicht ohne Interesse sein wird. Es hat sich nämlich in Folge mehrjähriger Beobachtungen von fünfzehn Arten der Gattung *Crocus*, welche im botanischen Garten in Wien cultivirt werden, herausgestellt, dass sieben davon im Herbste (October), acht im Frühjahre blühen. *Cr. Imperati* blüht z. B. regelmässig im Herbste, doch finden sich öfter auch blühende Nachzügler im Frühjahre. Ein sehr merkwürdiges Beispiel einer bedeutenden Verschiebung der Blüthezeit liefert *Sternbergia lutea*, welche nach 10jährigen Beobachtungen in früherer Zeit gegen Ende des Monates September blüthe, seit 1869 aber im Frühjahr (März oder April) blühend erscheint.

Unser *Cr. vernus* ist, soviel mir bekannt ist, bisher zu einer anderen Zeit als im Frühjahre noch nicht blühend gesehen worden. Auf der Alpe Zaplata (bei circa 1500 Mtr.) nördlich von Krainburg fand ich diese Art heuer in einer Schneegrube am 7. Juni blühend und zwar mit Blättern und Blüthen zugleich, was bekanntlich in den Niederungen in der Regel nicht vorkommt, indem die Blüthen hier 1—2 Wochen vor den Blättern erscheinen.

Ich erinnere an einen analogen Fall, den ich bei *Prunus spinosa* seit einiger Zeit wahrgenommen habe. Diese Pflanze blüht bei Görz 1—3 Wochen vor dem Erscheinen der Blätter, bei Krainburg aber entwickelte sie in den Früjahren 1870 und 1871 (nach jenen strengen Wintern) Blätter und Blüthen zu-

gleich. Im verflossenen Frühjahr (1873), nach dem vorausgegangenen extrem milden Winter sah ich sie dagegen wieder wie bei Görz (seit vielen Jahren) 1—3 Wochen vor der Entwicklung der Blätter blühen.

Es sind die angeführten Erscheinungen allerdings mehr Probleme als Erklärungen, doch hoffen wir, dass sie demnächst ihre vollständige Lösung finden und zur Beleuchtung anderer noch räthselhafter Thatsachen Einiges beitragen werden.

XXIII. SITZUNG VOM 16. OCTOBER 1873.

Herr Prof. Dr. Camil Heller in Innsbruck übersendet eine vorläufige Mittheilung über die von ihm, mit Unterstützung der Akademie, angestellten Untersuchungen der Tunicaten des Adriatischen Meeres, und zwar zunächst „über das Gefässsystem der Tunicaten, namentlich der Ascidien".

Herr August Fischer, suppl. Gymnasial-Professor in Prag, hinterlegt ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung seiner Priorität.

Herr Prof. Dr. Aug. Em. Ritter v. Reuss legt die erste Abtheilung einer für die Denkschriften bestimmten Abhandlung vor, betitelt: „Die Bryozoen des österreichisch-ungarischen Miocäns".

Herr Regierungsrath Dr. Th. Ritter v. Oppolzer überreicht eine zweite Abhandlung: „Über den Winnecke'schen Kometen (Komet III. 1819)."

Herr Prof. Dr. Jos. Boehm übergibt eine Abhandlung: „Über den Einfluss des Leuchtgases auf die Vegetation."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia, Reale, dei Lincei: Atti. Anno XXV. Sess. 7ª; Anno XXVI. Sess. 5ª. Roma, 1873; 4⁰.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Februar (Nr. 2), März & April 1873; Berlin, 8⁰. — *Corpus inscriptionum Atticarum. Vol. I. Berolini, MDCCCLXXIII; in folio.*

— — ungarische: Évkönyvei. XIII. Kötet, 3., 5., 6., 7. & 8. darab. Pesten, 1870—1872; 4⁰. — Archaeologiai Közlemények. VIII. Kötet, 2. & 3. füzet. Pest, 1871; 4⁰. — Értesitöje. IV. Évfolyam. 13.—18. szám. 1870; V. Évfol. 1—17. szám. 1871; VI. Évfol. 1.—8. szám. 1872. Pest; 8⁰. — Értekezések a természettudományok köréből. III.—XV. szám. (1870 & 1871); I.—III. szám. (1872). — Értekezések a bölcsészeti tudományok köréből. 1871, I. szám.; 1872, II. szám. — Értekezések a történeti tudom. köréből. 1872. I. szám. — Értekezések a nyelv és széptudom.

köréből. 1870. II.—V. & XI. szám; 1871—1872. VI.—XI. szám. — Értekezések a mathematikai osztály köréből. 1870—1871. VI.—XI. szám.; 1872. I. szám. — Értekezések a társadalmi tudom. köréből. 1870. II. & III. szám; 1871. IV. szám; 1872. V. szám. Pest; 8⁰. — Almanach. 1871 & 1872. Pesten; 8⁰. — Nyelvtudományi Közlemények. IX. kötet, 1.—3. füzet; X. kötet, 1. füzet. Pesten, 1871 & 1872; 8⁰. — Statistikai és nemzetgazdasági Közlemények. VII. kötet, 1. & 2. füzet; VIII. kötet, 1. & 2. füzet. Pesten, 1869, 1871 & 1872; 8⁰. — Magyar történelmi tár. XV.—XVIII. kötet. Pesten, 1871—1872; 8⁰. — A Magyar nyelv szótára. V. kötet, 5. füzet; VI. kötet, 1. & 2. füzet. Pest, 1870—1872; 4⁰. — Török-Magyarkori történelmi emlékek. I. osztály: Okmánytárak. VI. & VII. kötet. Pest, 1871; 8⁰. — *Monumenta Hungariae historica*. I. osztály: Okmánytárak. XIV—XVII. kötet. Pest, 1870 & 1872; 8⁰; II. osztály: Írók. XX. & XXI. kötet. Pest, 1870 & 1871; 8⁰. — *Archivum Rákóczianum*. II. osztály: Diplomatia. I. kötet. Pest, 1872; 8⁰. — A Magyar igeidők. Irta Szarvas Gábor. Pest, 1872; 8⁰. — Barna Ferdinand, Kalevala. A finnek nemzeti eposza. Pesten, 1871; gr. 8⁰.

Bonn, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1872. 4⁰ & 8⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 13. Paris, 1873; 4⁰.

Cosmos di Guido Cora. III.—IV. Torino, 1873; 4⁰.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. Bd. XVI (neuer Folge VI), Nr. 7—8. Wien, 1873; 8⁰.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873, VIII. & IX. Heft. Gotha; 4⁰.

Nature. Nr. 206, Vol. VIII. London, 1873; 4⁰.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrg. 1873, XXIII. Band, Nr. 2. Wien; 4⁰. — Verhandlungen. Jahrgang 1873, Nr. 10—11. Wien; 4⁰.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. III° Année, 2° Série. Nr. 15. Paris 1873; 4⁰.

Società Italiana di Antropologia e di Etnologia: Archivio. III. Vol., fasc. 2⁰. Firenze, 1873; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 41. Wien, 1873; 4⁰.

Die fossilen Bryozoen des österreichisch-ungarischen Miocäns.

Von dem w. M. Prof. Dr. Ritter v. Reuss.

Erste Abtheilung.

(Auszug aus einer für die Denkschriften bestimmten Abhandlung.)

Wenige der umfangreicheren Tertiärgebiete sind in Beziehung auf ihre fossile Fauna so sorgfältig und gründlich untersucht worden, als das Miocän Oesterreichs und besonders des Wiener Beckens.

Die Foraminiferen, Anthozoen, Echinodermen, Pelecypoden, Gasteropoden und Mammalien haben ihre Bearbeiter gefunden, die uns durch Wort und Bild ihre reiche Formenfülle kennen gelehrt haben. Unter den wenigen übrig gebliebenen Lücken bilden die Bryozoen die auffallendste. Doch auch von diesen habe ich schon im Jahre 1847 [1] versucht, eine monographische Darstellung zu geben, welche aber, wie leicht zu begreifen, weder in Beziehung auf Vollständigkeit, noch auf wissenschaftliche Genauigkeit, noch auf Exactheit der bildlichen Darstellungen den jetzigen Anforderungen zu entsprechen geeignet ist. Eine neue gründliche Bearbeitung schien mir unabweislich und ich lege hier die erste Abtheilung derselben vor, da ich sie des grösseren Umfanges und der mühsamen, zeitraubenden Untersuchungen wegen in mehrere gesonderte, aber ein zusammenhängendes Ganzes bildende Partien zu theilen genöthiget bin. Vor allen müssen aus der Zahl der miocänen Bryozoen, welche

[1] Reuss, die fossilen Polyparien des Wiener Tertiärbeckens in den naturwissenschaftlichen Abhandlungen, gesammelt von W. Haidinger, Bd. 2 mit 11 lith. Tafeln.

in der erwähnten Monographie angeführt werden, mehrere ausgeschieden werden, welche nur in Folge von Unkenntniss des wirklichen Fundortes dahin gelangten. Sie stammen, wie spätere Untersuchungen mit Sicherheit dargethan haben, aus dem Oligocän des Val di Lonte im Vicentinischen.

Dagegen hat die Zahl der Species durch Auffindung neuer bisher nicht bekannter Arten sich mehr als verdoppelt. Besonders haben die zum Behufe des Auffindens kleiner Molluskenschalen vorgenommenen umfassenden Schlämmungen von Tegelmassen verschiedener Fundorte viele neue Formen geliefert. Vorzugsweise wird dies in den späteren Abtheilungen meiner Arbeit an den sich frei erhebenden ästigen Bryozoen deutlich hervortreten.

Einige der in der Abhandlung von 1849 beschriebenen Arten haben sich nicht als haltbar erwiesen, mussten daher eingezogen werden, indem sie nur in unwesentlichen Merkmalen abweichende Formen anderer Species darstellen.

Endlich mussten einige früher besprochene Arten, wie Cellepora cylindrica, C. pupula, C. marginipora, C. protuberans und C. ovoidea gänzlich bei Seite gelassen werden, weil die Originalexemplare derselben nicht mehr zu Rathe gezogen werden konnten und die früher gegebenen Beschreibungen und Abbildungen ohne wiederholte Untersuchung nicht hinreichten, um die genannten Arten festzuhalten.

Die erste hier vorliegende Abtheilung meiner Arbeit umfasst aus der Gruppe der gegliederten chilostomen Bryozoen nur die Gattungen Salicornaria, Cellaria und Scrupocellaria, welche allein im österreichischen Miocän sparsame Vertreter finden, und von den ungegliederten Formen nur die Membraniporideen mit den Gattungen Lepralia und Membranipora, deren Artenzahl freilich eine beträchtliche ist. Im Ganzen werden 96 Species beschrieben und auf 12 Tafeln abgebildet, wobei jedoch zahlreiche Varietäten und Formen nicht mitinbegriffen sind. Von denselben entfallen auf die Gattungen Salicornaria und Cellaria je eine Art (S. farciminoides und C. cereoides), auf Scrupocellaria zwei (S. elliptica und schizostoma Rss.), auf Membranipora 17 und auf Lepralia 75 Arten.

Innerhalb der Gattung Membranipora gehören zu den

Gruppe der M. apertae: M. subtilimargo Rss., M. elliptica v. Hag. sp., M. laxopora Rss., M. fenestrata, M. Lacroixii Sav., M. appendiculata Rss.

Zur Gruppe der M. marginatae dagegen sind zu rechnen: M. semiaperta n. sp., M. platystoma Rss., M. incompta n. sp., M. holostoma Wood, M. bidens v. Hag., M. minuta Rss., M. gracilis v. M. sp., M. formosa Rss., M. papyracea Rss., M. angulosa Rss., M. stenostoma Rss.

Aus der Gattung Lepralia wurden nachfolgende Arten beschrieben:

A. **Mit Avicularien und Vibrakeln.**

1. Mit Oraldornen:

Lepralia Ungeri Rss., L. semicristata Rss., L. binata n. sp., L. Barrandei Rss., L. pleuropora Rss., L. gastropora n. sp., L. inamoena n. sp., L. decorata Rss., L. megalota Rss., L. personata n. sp., L. coccinea Johnst.

2. Ohne Oraldornen:

Lepralia odontostoma n. sp., L. areolata n. sp., L. glabra n. sp., L. microstoma Rss., L. carnigera n. sp., L. entomostoma Rss., L. ansata Johnst., L. Gonversi n. sp., L. lima n. sp., L. intermedia n. sp., L. vicina n. sp., L. clavula Manz., L. capitata n. sp., L. schizogaster Rss., L. trigonostoma Rss., L. hypsostoma n. sp., L. Sturi n. sp., L. violacea Johnst., L. tenella Rss.

B. **Ohne Avicularien und Vibrakeln.**

1. Mit Oraldornen:

Lepralia atophora Rss., L. pauper n. sp., L. arrecta Rss., L. scripta Rss., L. rarecostata Rss., L. Auingeri n. sp., L. Fuchsi n. sp., L. serrulata Rss., L. tenera n. sp., L. ternata Rss., L. regularis n. sp.

2. Ohne Oraldornen.

Lepralia incisa n. sp., L. chilopora Rss., L. Partschi Rss., L. complicata n. sp., L. rugulosa n. sp., L. venusta Eichw., L. monoceros Rss., L. Haueri Rss., L. peltata n. sp., L. Manzonii n. sp., L. Endlicheri Rss., L. scarabaeus, L. seriata n. sp., L. lata Busk, L. granulifera Rss., L. asperrima n. sp., L. ogivalis n. sp., L. nuda n. sp., L. circumornata Rss., L. cingulata n. sp.,

L. aperta n. sp., L. ceratomorpha Rss., L. crassa n. sp., L. rarepunctata Rss., L. gonioстoma Rss., L. cyclocephala n. sp., L. turgescens n. sp., L. sulcifera n. sp., L. crassilabris Rss., L. insignis n. sp., L. planiceps n. sp., L. grossipora n. sp., L. granoso-porosa n. sp., L. anisostoma n. sp., L. filocincta n. sp.

Da die hier gegebene erste Abtheilung meiner Arbeit, deren Inhalt ich soeben mittheilte, nur einen sehr beschränkten Theil der miocänen Bryozoen behandelt, so würden auf dieser engen Basis ausgeführte Vergleichungen und daraus gezogene Schlüsse sehr einseitig und mangelhaft, ja vielleicht in mancher Beziehung irrig sein müssen. Ich spare dieselben daher bis zum Schlusse meiner Arbeit auf, wo der gesammte Formenkreis der miocänen Bryozoen mir zur Vergleichung zu Gebote stehen wird.

Nur eine flüchtige Bemerkung will ich mir hier erlauben, die sich aus der Betrachtung selbst des kargen behandelten Materiales ergibt. Die Zahl der im Miocän vorkommenden, noch lebenden Arten ist viel grösser, als man vermuthete. Dergleichen sind: Salicornaria farciminoides, Cellaria cereoides, Membranipora gracilis, M. angulosa, M. Lacroixii, Lepralia violacea, L. coccinea, L. ansata und wahrscheinlich auch L. scripta.

Ihre Zahl wird sich aber ohne Zweifel noch beträchtlich vermehren, sobald es gelungen sein wird, eine grössere Reihe von Colonien der einzelnen fossilen Formen zu untersuchen, um daran alle Modificationen, denen die Zellen unterworfen sind, studiren zu können.

Wenn die gegebenen Schilderungen zu einem grösseren Umfange anwachsen, als vielleicht Manchem nothwendig und erwünscht erscheinen mag, so wird dies in der grossen Veränderlichkeit seine Erklärung und Entschuldigung finden, welcher nicht nur verschiedene Colonien einer Species, sondern selbst einzelne Theile derselben Colonie unterliegen. Aus diesem Grunde hielt ich es auch für unstatthaft, die Speciescharaktere in einer präcisen Diagnose zusammenzufassen, welche doch niemals alle an einer Species vorkommenden Merkmale wiedergeben würde.

XXIV. SITZUNG VOM 23. OCTOBER 1873.

Herr Prof. Dr. J. Oellacher in Innsbruck übermittelt eine Abhandlung, betitelt: *Terata mesodidyma* von *Salmo Salvelinus* nebst Bemerkungen über einige andere an Fischen beobachtete „Doppelmissbildungen".

Herr Director Dr. J. Stefan theilt die Resultate seiner „Versuche über die Verdampfung" mit.

Herr Dr. J. Peyritsch überreicht eine Abhandlung: „Beiträge zur Kenntniss der Laboulbenien".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg: Mémoires. VIIe Série, Tome XVIII, Nrs. 8—10; Tome XIX, Nrs. 1—2. St. Pétersbourg, 1872; 4°. — Bulletin. Tome XVII, Nrs. 4—5; Tome XVIII, Nrs. 1—2. St. Pétersbourg, 1872; 4°.

Alpenverein, Deutscher und Österreichischer: Zeitschrift. Jahrgang, 1872, Heft 4. München; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 30. Wien, 1873; 8°.

Archiv der Mathematik und Physik. Gegründet von J. A. Grunert, fortgesetzt von R. Hoppe. LX. Theil, 2. Heft. Greifswald, 1873; 8°.

Beobachtungen, Schweizer. Meteorologische. Mai, Juni, Juli 1872. Zürich; 4°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLVIIe. Nrs. 187—188. Genève, Lausanne, Paris, 1873; 8°.

Central-Observatorium, Physikalisches, zu St. Petersburg: Annalen. Jahrgang 1871. St. Petersburg, 1872; 4°.

Comitato, R., Geologico d'Italia: Bollettino. Anno 1873, Nr. 7 & 8. Firenze; 8⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 14. Paris, 1873; 4⁰.

Gasthuis, Nederlandsch, voor Ooglijders: Dertiende jaarlijksch Verslag. 1872. Utrecht; 8⁰.

Genootschap, Bataviaasch, van Kunsten en Wetenschappen: Verhandelingen. Deel XXXIV & XXXV. Batavia, 1870; 4⁰. — Tijdschrift voor Indische taal-, land- en volkenkunde. Deel XVIII (VI. Serie. Deel I.) Aflev. 2; Deel XX (VI. Serie. Deel II) Aflev. 1—2. Batavia, 1871; 8⁰. — Notulen. Deel VIII. 1870. Batavia, 1871; 8⁰.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Band, Nr. 20. Wien, 1873; 4⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang. Nr. 42. Wien, 1873; 4⁰.

Heidelberg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1872/3. 4⁰ & 8⁰.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik von C. Ohrtmann, F. Müller & A. Wangerin. III. Band. Jahrgang 1871. Heft 2. Berlin, 1873; 8⁰.

Jahresberichte: siehe Programme.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 21. Graz, 1873; 4⁰.

Lotos. XXIII. Jahrgang. Juli—September 1873. Prag; 8⁰.

Marshall, William E., A Phrenologist amongst the Todas or the Study of a Primitive Tribe in South India, History, Character, Customs, Religion, Infanticide, Polyandry, Language. London, 1873; 8⁰.

Mittheilungen des k. k. techn. & administrat. Militär-Comité. Jahrgang 1873, 5. & 6. Heft. Wien; 8⁰.

— Mineralogische, gesammelt von G. Tschermak. Jahrgang 1873, Heft 2. Wien; gr. 8⁰.

Museum of Comparative Zoology at Harvard College, in Cambridge: Annual Report for 1871. Boston, 1872; 8⁰. — Illustrated Catalogue. Nrs. IV. V & VI. Cambridge, 1871 & 1872; 4⁰.

iture. Nr. 207. Vol. VIII. London, 1873; 4⁰.

ogramme und Jahresberichte der Gymnasien zu Arnau, Brixen, Brünn, Capodistria, Eger, Hermannstadt, Kronstadt, Böhm.-Leipa, Leoben, Marburg, Pilsen, Pressburg, Roveredo, Schässburg, Sin, Teschen, Trient, Vinkovci, des akadem. Gymnasiums, des Gymnasiums zu den Schotten und der k. k. Theresianischen Akademie in Wien, der Landes-Oberrealschule zu Wiener-Neustadt, der k. k. Forst-Akademie zu Mariabrunn und der k. k. technischen Hochschule zu Wien. 1872/73 & 1873/74. 4⁰ & 8⁰.

leichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXIII. Band. Jahrgang 1873. August—November-Heft. Wien; 8⁰.

Revue politique et littéraire", et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". IIIe Année, 2e Série, Nr. 16. Paris, 1873; 4⁰.

ociété de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève: Mémoires. Tome XXII; Tome XXIII, 1re Partie. Genève, Paris, Bale 1873; 4⁰.

— Botanique de France: Bulletin. Tome XXe 1873. Comptes rendus des séances 1; Revue bibliographique A. Paris; 8⁰.

— Médico-Chirurgicale des Hôpitaux et Hospices (Société de Médecine et de Chirurgie) de Bordeaux: Mémoires et Bulletins. Tome VI. 1871; 1er & 2^d^ fasc. de 1872. Bordeaux, 1871 & 1873; 8⁰.

— des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux: Extrait des procès-verbaux des séances. Bordeaux, 1869; 8⁰.

— d'Histoire naturelle de Colmar: Bulletin. 1re Année. 1860; 4e—10e Années. 1863—1869. Colmar, 1860—1870; 8⁰. — Bibliothèque de la Société d'Histoire naturelle de Colmar. 1869; 8⁰.

— Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XVIIe Année, Nr. 3 & 4. Constantinople, 1873; 4⁰.

rassburg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften für das Jahr 1872/3. 4⁰ & 8⁰.

Studenten-Kalender, Fromme's Österreichischer, für das Studienjahr 1873. X. Jahrgang. Von Dr. Karl Czuberka. Wien; 12°.

Verein, physikalischer, zu Frankfurt am Main: Jahres-Bericht für 1871—1872. Frankfurt a. M., 1873; 8°.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftliche Veterinärkunde. XL. Band, 1. Heft. Wien, 1873; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 42. Wien, 1873; 4°.

Beiträge zur Kenntniss der Laboulbenien.

Von Dr. J. Peyritsch.

(Mit 3 Tafeln.)

Unter den vielen auf Insekten vorkommenden Pilzformen sind die Laboulbenien bis auf die neueste Zeit von den Botanikern fast ganz unbeachtet geblieben. Empusen, Cordyceps-Arten, Isarien und andere auf Insekten parasitische Pilze fesselten schon lange die Aufmerksamkeit der Beobachter, wenn auch von den meisten dieser Pilze der vollständige Entwickelungscyklus noch nicht erforscht wurde; so stellen die vorzugsweise auf Dipteren vorkommenden Empusen die geschlechtslose, Knospensporen tragende Generation von Pilzformen dar, und es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass der Generationscyclus mit der einen Generationsform noch nicht abgeschlossen ist. Dasselbe gilt von allen Pilzen, bei denen bis jetzt nur Knospensporen erzeugende Formen beobachtet wurden. Viel genauer ist der Generationswechsel bei Cordyceps-Arten bekannt; es sind dies Pilze, welche, nachdem die Keimschläuche der Knospensporen durch die Haut der Insektenlarven eingedrungen sind, diese durch massige Entwickelung des Myceliums tödten, nach dem Tode der Thiere die Perithecien erzeugende Form entwickeln. Die Laboulbenien, welche den ganzen Entwickelungscyklus, so weit er bis jetzt wenigstens bekannt ist, auf dem lebenden Thiere durchmachen, sind Perithecien entwickelnde Pilze, und die Perithecien verdanken ihre Entstehung einem Geschlechtsacte, der auf der jugendlichen Pflanze stattfindet; Knospensporen erzeugende Formen scheinen bei diesen Pilzen nicht vorzukommen. Da die Laboulbenien im Habitus sich von bekannten Pilzformen auffallend unterscheiden und bei oberflächlicher Betrachtung integrirende Theile des

Thierkörpers darzustellen scheinen, so ist es nicht zu wundern, dass sie den Botanikern entgingen, aber auch die Entomologen, denen diese Gebilde, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird, oft untergekommen sein mussten, verkannten die Natur derselben entweder ganz oder wussten sie wenigstens nicht zu deuten und übergingen sie, wenige Ausnahmen abgerechnet, mit Stillschweigen.

Der Entomologe Rouget war es, welcher zuerst auf eigenthümliche, bei dem Laufkäfer, *Brachinus crepitans*, beobachtete Gebilde aufmerksam machte, ohne jedoch die wahre Natur derselben zu erkennen [1]. Dieser Forscher, sowie Laboulbène, entdeckten dasselbe Gebilde auf verwandten Laufkäfern (*Brachinus explodens, Brachinus sclopeta*) und Guérin-Méneville sah eine ähnliche Form bei dem Wasserkäfer, *Gyretes sericeus*. Montagne und Robin erkannten in denselben eine noch unbeschriebene, den Pyrenomyceten angehörige Pilzgattung, die sie Laboulbène zu Ehren benannten [2]. Von mir wurde die auf der Stubenfliege vorkommende *Laboulbenia muscae*, die Karsten früher als *Stigmatomyces muscae* zu den Mucorineen stellte [3], ferner eine auf Nycteribien und eine andere auf einer *Nebria* vorkommende Art beschrieben [4].

Die die Stubenfliege befallende *Laboulbenia* wurde von Sorokin als *Laboulbenia Pitraeana* aufgeführt [5], auch hat Knoch diesen Fliegenpilz bereits gekannt [6].

Von der Vermuthung ausgehend, dass Laboulbenien auf Käfern allgemein verbreitet sind, und diese nur wegen der

---

[1] Rouget, Note sur une production parasite observée sur le *Brachinus crepitans* in Ann. soc. Entom. France. 1850 (Tom. VIII), p. 21—24, Pl. I, Fig. 1—7.

[2] Ch. Robin, Hist. nat. des végétaux parasites. Paris 1853, p. 622—639. Atl. Pl. IX, Fig. 1, 2 *a*, *b*, Fig. 3, Pl. X, Fig. 2.

[3] H. Karsten, Chemismus der Pflanzenzelle. Wien 1869.

[4] J. Peyritsch, Über einige Pilze aus der Familie der Laboulbenien, in Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. Nov.-Heft. 1871, Taf. I und II.

[5] Man vergl. Bot. Zeitg. 1872, p. 339.

[6] Assemblée des naturalistes de Russie qui a eu lieu à St. Pétersbourg, du 28 déc. 1867 au premier Janv. 1868. St. Pétersbourg. 1 Vol. (4°), 908 pag. „*Laboulbenia Baeri* Knoch, ein neuer Pilz auf Fliegen."

Schwierigkeit des Auffindens, da sie sämmtlich mikroskopisch kleine Formen darstellen, unbeachtet blieben, oder desswegen nicht berücksichtigt wurden, weil man sie als den Käfern fremdartige Gebilde erkannte, unterzog ich mich der Aufgabe, das Vorkommen und die Entwickelung dieser Formen an Käfern zum Gegenstand meiner Studien zu machen, um deren Erforschung den Botanikern zu ermöglichen. Es mussten möglichst viele Arten von Käfern an den verschiedensten Standorten gesammelt und auf das Vorkommen von parasitischen Bildungen genau untersucht werden. Es hat sich in der That die Vermuthung bestätigt, indem ich an vielen Käferarten das Vorkommen von Laboulbenien constatiren konnte.

Bisher habe ich auf folgenden Käfern Laboulbenien angetroffen: es sind dies: *Bembidium littorale, B. varium, B. fasciolatum, B. punctulatum, B. decorum, B. lunatum, B. obsoletum, Clivina fossor. Patrobus excavatus, Harpalus distinguendus, Anchomenus albipes, A. marginatus, A. viduus, Chlaenius vestitus, Nebria brunnea, Deleaster dichrous, Laccophilus minutus, L. hyalinus* [1].

Die meisten eben erwähnten Käfer gehören zu den Carabiden und sind in der Wiener Umgebung häufig anzutreffen. Sie halten sich zumeist in der Nähe fliessender Gewässer auf, wo man sie oft in grosser Zahl unter Steinen findet. Auf solchen Standorten habe ich stets mit Laboulbenien behaftete Käfer angetroffen. Viel seltener scheinen sie an solchen Käfern vorzukommen, die in der Nähe stehender Gewässer sich aufhalten, während Laufkäfer, die entfernt vom Wasser auf dem Lande leben, wie es scheint, von Laboulbenien verschont bleiben. Ausser auf Laufkäfern fand ich letztere nur einmal auf einem zur Familie der Staphylinen gehörenden Käfer (*Deleaster dichrous*), ausserdem habe ich zwei Arten auf Wasserkäfern (*Laccophilus minutus* und *L. hyalinus*) angetroffen. Das Vorkommen

[1] Die Bestimmung der Käfer verdanke ich der Güte des rühmlichst bekannten Coleopterologen Herrn Miller in Wien. Die zwei letztgenannten Käfer befanden sich in einer 13 Arten umfassenden Collection von Wasserkäfern, die mir Herr Dr. E. v. Marenzeller freundlichst zur Verfügung stellte.

von Laboulbenien auf diesen Käferarten ist darum bemerkenswerth, weil letztere nach den Beobachtungen der Coleopterologen häufig untergetaucht auf dem Boden stehender Gewässer sich herumtummeln; es führen demnach die auf ihnen vorkommenden Pilze, indem sie entsprechend der Lebensweise der Käfer das Medium wechseln, ein amphibiotisches Leben. Ich habe schon im Eingange erwähnt, dass Guérin-Méneville eine *Laboulbenia*-Art ebenfalls auf einem Wasserkäfer (*Gyretes sericeus*) aufgefunden hatte. Die Mehrzahl der früher genannten Käferarten gehört zu den kleinen Formen, indem die Körperlänge 6—8 Mm. im Durchschnitt misst; sie zeichnen sich durch eine lange Lebensdauer aus, indem sie selbst überwintern können. Den Pilz fand ich am häufigsten auf den Flügeldecken und zwar öfter in der Nähe des Randes als in der Mitte und auf beiden Flügeldecken nicht immer gleich vertheilt. In letzterer Hinsicht beobachtete ich ein merkwürdiges Verhalten bei zwei auf *Laccophilus minutus* und *L. hyalinus* vorkommenden Laboulbenien, indem ich sie stets auf dem freien Rande der linken Flügeldecke antraf, und es waren die Individuen beider Arten so vertheilt, dass die der einen Art am Rande angedrückt, die der anderen etwas einwärts, innerhalb des Bereiches, wo die Haare sich vorfanden, der Flügeldecke aufsassen. Es scheint dies mit nicht näher bekannten biologischen Eigenthümlichkeiten der Laccophili in Zusammenhang zu stehen. Ausser auf den Flügeldecken fand ich den Pilz bei einigen Käferarten an den Extremitäten, den Mundwerkzeugen und den Fühlern. Von den Extremitäten werden sowohl Trochanter, Femur als Tibia- und Tarsusglieder vom Pilz befallen. Sitzt der Pilz dem Trochanter oder Femur auf, so steht er meist senkrecht von demselben ab, an der Tibia und den Tarsusgliedern, sowie der Elytre, erscheint er mehr minder angedrückt und ist in Bezug auf Lage und Richtung zum Körpertheil des Insektes so orientirt, dass die Basis des Pilzes gegen die Basis der Extremität gerichtet ist. Mag nun der Pilz auf dem einen oder anderen Körpertheile sich vorfinden, so stimmt die Lage und Richtung des Pilzes mit der Lage und Richtung der Haargebilde, mit welchen jener versehen ist, überein, und in dieser Hinsicht bietet der Pilz kaum ein Hinderniss bei den Bewegungen der Thiere.

Sehr häufig traf ich an einigen Käfern, namentlich den Bembidien, wenigzellige Entwickelungsstadien des Pilzes an, die freilich leicht übersehen werden können; um so seltener fand ich im Allgemeinen den Pilz, je mehr er sich dem ausgewachsenen Zustande näherte. Dies mag die Ursache sein, warum diese Pilze selbst von wissenschaftlichen Entomologen nicht beachtet wurden, indem nur die grösseren Arten von Laboulbenien bis jetzt bekannt geworden sind. Bei der Stubenfliege und den Nycteribien stehen die Laboulbenien in dichten Gruppen oder Büscheln, bei der Stubenfliege stehen sie so dicht, dass sie einen pelzartigen Überzug über einzelne Körpertheile bilden; solche Gruppen kommen bei Käfern nie oder höchst ausnahmsweise vor, zumeist erscheinen sie paarweise oder auch ganz vereinzelt, die Individuen jedes Paares sind stets von gleicher Entwickelung. Von keinem Einfluss ist das Geschlecht der Käferart auf die Vertheilung des Pilzes an den verschiedenen Körpertheilen, während bei männlichen und weiblichen Fliegen in der Regel verschiedene Körpertheile vom Pilz befallen werden.

Das Studium der Entwicklungsgeschichte der Käfer bewohnenden Laboulbenien ist mit grösseren Schwierigkeiten als bei *Laboulbenia muscae* verbunden, ausreichendes Material der ersteren ist wegen des selteneren Vorkommens der Pilze viel schwieriger herbeizuschaffen, dann bietet auch bei vielen die dunkel pigmentirte, schwärzlich werdende, spröde Wandung des Peritheciums ein grosses Hinderniss bei der Erforschung der Vorgänge, die innerhalb der Peritheciumwandung stattfinden.

Die Laboulbenien führen ohne Zweifel eine parasitische Lebensweise; dieselbe kann erschlossen werden aus dem alleinigen Vorkommen dieser Gebilde auf Insekten und dem vollständigen Sistiren ihrer Entwickelung, wenn das Insekt abstirbt. Es ist aber auch der anatomische Nachweis zu liefern, dass diese Pilze Parasiten seien und nicht etwa zufällig dem Thiere anhaften. In einer früher von mir publicirten Abhandlung habe ich angegeben, dass die Sporen der *Laboulbenia muscae* an einem spitzen Ende einen Fortsatz treiben, der in das Chitin eindringt und mit einer knopfartigen Erweiterung endigt. Letztere wäre also

physiologisch als Haustorium aufzufassen [1]. Es wäre auch möglich, dass die keimenden Sporen in den Porencanälchen, die den Chitinpanzer allenthalben reichlich durchsetzen, sich festsetzen. Die in der Taf. I, Fig. 11, der citirten Abhandlung gezeichneten schwarzen Linien sind wohl ohne Zweifel solche Porencanälchen. Der Pilz kommt bei der Stubenfliege auch auf den Flügeln vor. Würde er daselbst ein weit verzweigtes Mycelium innerhalb der Chitinschichten entwickeln, so müsste man dasselbe, da die Flügel durchscheinend sind, durchschimmern sehen; eine reichliche Entwickelung des Myceliums innerhalb des Thierkörpers, wenigstens was dessen musculöse und weicheren Theile betrifft, ist schon aus dem Grunde nicht wahrscheinlich, weil die Fliegen vom Pilz scheinbar ganz unbelästigt, wenn auch ihr Rücken und die Extremitäten ganz pelzig erscheinen, herumfliegen und ihrem Fortpflanzungsgeschäfte obliegen. So oft ich auch keimende Sporen und jugendliche Entwicklungszustände von Laboulbenien an Käfern gesehen habe, so blieb mir doch die Art und Weise ihrer Anheftung und ihr Verhalten innerhalb des Chitins, sei es nun der hornigen Flügeldecken oder der Extremitäten vollkommen im Unklaren. Da der Zufall, gute Schnitte durch die Flügeldecken zu erhalten, an denen der innerhalb derselben befindliche Theil der Pilze gesehen werden könnte, wohl selten glücken wird, so wären wohl andere Methoden aufzufinden, um in diesem Punkte in's Klare zu kommen. Behandelt man Chitin mit Alkohol, Äther, concentrirter Kalilösung, so gelingt es bei einigen Käfern (*Laccophilus hyalinus* und *L. minutus*), das Chitin völlig farblos darzustellen [2]. An den Flügeldecken dieser Käfer fand ich feine Porencanälchen, die das Chitin am Rande durchsetzen und die spitz zulaufende schwarz gefärbte Basis des Pilzes stand mit dem Porencanälchen in Verbindung. Mehr habe ich nicht gesehen. Am tiefsten schien mir *Laboulbenia Nycteribiae* in den Thierkörper einzudringen.

Sobald die Spore, die durch eine Scheidewand in zwei Zellen getheilt ist, sich am Chitin festgesetzt hatte, ist bald darauf

---

[1] Morphologisch sind die Haustorien seitliche Bildungen.

[2] Die Flügel liess ich mehrere Tage in concentrischer Kalilösung (1 Theil KO auf 2 Theile Wasser) liegen, bis die Entfärbung eintrat.

die Basis derselben schon dunkel pigmentirt; es ist mir wenigstens nie ein solcher Entwicklungszustand vorgekommen, an welchem die oberhalb der Insertionsstelle befindliche Partie des Pilzes nicht schon sehr dunkel gefärbt gewesen wäre. Der Zelltheilungsprocess in jeder der beiden Sporenzellen führt zur Bildung morphologisch und physiologisch ganz differenter Gebilde, indem im Allgemeinen die Descendenz der der Insertionsstelle zunächst gelegenen Zelle zum Stiel und Perithecium, die Descendenz der zweiten Zelle zu einem bei den verschiedenen Arten verschieden geformten, bald einfachen, bald mannigfach verästelten gestreckten, sichelförmig oder selbst schneckenförmig gekrümmten Körperchen auswächst.

Die ersten Zelltheilungen finden statt durch horizontale oder geneigte, auf der Längsaxe des ganzen Gebildes meist senkrecht stehende Wände, wodurch die Stielzellen des Peritheciums und das von mir früher als Antheridium bezeichnete Organ angelegt werden. Wächst das Antheridium zu einem sichelförmig oder schneckenförmig gekrümmten Körper aus, so sind die in demselben primär auftretenden Wände schief gestellt. Hierauf wird bei jenen Arten, die mit einem zweizelligen Peritheciumstiel versehen sind, in der Mutterzelle der Stielzellen (oder bei einigen vielleicht in der Mutterzelle der oberen Stielzelle) eine schiefe Wand gebildet. Der kleinere abgeschnittene Raum wird zum Basalstück des Antheridiums, während aus dem grösseren der obere Theil des Peritheciumstiels und die Anlage des Peritheciums selbst hervorgeht. Dies habe ich bei *Laboulbenia muscae* beobachtet, und dürfte mit geringen Modificationen bei der Mehrzahl der Käfer bewohnenden Laboulbenien gelten. Die ersten in der Peritheciumanlage stattfindenden Zelltheilungen haben die Bildung einer mehrgliedrigen einfachen Zellreihe zur Folge, bald aber verwandelt sich der untere Theil in einen mehrzelligen Gewebekörper, der mit einem einfachen zelligen Faden endet. Je nach den verschieden weit vorgerückten Entwicklungsstadien besteht die ganze Peritheciumanlage aus einer grösseren oder geringeren Zahl über einander gelagerter Stockwerke; im Querschnitte erscheint sie nicht vollkommen rund, letztere gleicht mehr einem Oval. Bei dem Taf. I, Fig. 6—9, dargestellten Entwicklungsstadium des Peritheciums sieht man

also eine mit einem feinen Faden endigende Zellreihe (*tr*), welcher sich (bei *a*) zwei Zellchen anschmiegen, die sich gewissermassen zwischen die äussere dicke Membranschichte und den Leib der inneren Zelle hineinschieben. Diese Zellen haben mit den übrigen am Pilze vorkommenden Zweigen oder Ästen den Ursprung gemein, dass sie als Ausstülpungen der nächst unteren Zellen entstehen, ohne jedoch zu freien Fäden auszuwachsen. Auch das Basalstück des Antheridiums wird bei mehreren Arten zu einem breiten mehrzelligen Körper, aus dem zahlreiche gegliederte Fäden hervorsprossen. Diese wurden von Montagne und Robin als Paraphysen beschrieben.

Wie bei *Laboulbenia muscae* entsteht somit auch bei den übrigen Laboulbenien die Peritheciumanlage seitlich, während der entwicklungsgeschichtlich terminale Theil des jugendlichen Pilzes früher sein Wachsthum sistirt und später als Anhangsorgan, als seitlicher Zweig oder Zweigsystem neben dem Perithecium zu stehen kommt. Bei der Schilderung des Entwicklungsganges der *Laboulbenia muscae* habe ich dem Zweifel Raum gegeben, ob am Zweige Zellchen abgeschnürt werden, wie dies Karsten behauptet [1]. Der Zeitpunkt der Abschnürung wäre gegeben, wenn man von der Annahme ausgeht, dass diese Zellchen eine befruchtende Wirkung auf den an der Spitze der Peritheciumanlage hervorwachsenden Theil, der bei einigen Laboulbenien eine frappante Ähnlichkeit mit der Trichogyne der Florideen bietet, ausüben. Lassen wir es vorläufig unentschieden, ob Zellchen in ähnlicher Weise wie bei den Florideen mit der Trichogyne copuliren, oder vielleicht gar nicht vorhanden sind, so zwingen doch die morphologischen Vorgänge der Entwicklung zur Annahme einer geschlechtlichen Differenz bei zwei Organen, nämlich dem seitlichen Zweige mit seinen Spitzen und der Peritheciumanlage. Es sind dies das Hervorwachsen des trichogynartigen Körpers an der Spitze der Peritheciumanlage zu einer Zeit, als der seitliche Zweig ausgewachsen ist, und bald darauf wieder das Verschwinden der Trichogyne, wobei noch der zarte Bau der letzteren und der spitzigen oder fädlichen Fortsätze am Zweig oder Zweigsystem in Betracht

---

[1] Karsten, Chemismus der Pflanzenzelle, p. 78, Fig. IX, 11, 12.

kommt, während der übrige Theil des Pilzes bereits von derber pigmentirter Membran umkleidet ist. Dies alles deutet an, dass beide Organe in Beziehung zu einander stehen, wie wir dies in analoger Weise bei solchen Ascomyceten finden, deren Entwicklungsgeschichte und Fortpflanzungsverhältnisse genauer erforscht sind. Eine weitere Übereinstimmung mit Ascomyceten findet dadurch statt, dass im Perithecium von *Laboulbenia muscae*, wie dies, ausser mir, auch Sorokin angibt, Asci gebildet werden [1], die, wie ich glaube, als Ausstülpungen einer im Bauchtheil des Peritheciums befindlichen axilen Zelle entstehen. Bei den auf die Entwicklung des Peritheciums genauer untersuchten Ascomyceten hat sich herausgestellt, dass dem Hervortreiben der Schläuche ein Sexualact vorhergeht, indem sich die männliche Zelle, das Pollinodium an das weibliche Organ, Ascogon oder Scolecit anlegt, und dass letzteres Hervorstülpungen treibt, welche die sporenerzeugenden Schläuche, Asci entwickeln [2]. Ich glaube, dass die Erscheinungen bei den Laboulbenien ebenso zwingend wie bei den übrigen Ascomyceten für die Annahme eines Sexualactes sprechen, nur ist bei den ersteren das Perithecium einfach gebaut, während das männliche Organ einen grösseren Grad der Selbstständigkeit behauptet, als wir dies bei den auf die Entwicklung untersuchten Ascomyceten im Allgemeinen antreffen.

Der von Karsten angestellte Vergleich des Befruchtungsactes bei *Laboulbenia muscae* (*Stigmatomyces* Karst.) mit jenem von Floriden wäre vollkommen correct, wenn man in der That das trichogynartige Organ mit Zellchen besetzt finden würde, deren Provenienz auf das gekrümmte Organ zurückgeführt werden könnte. Solche Zustände, wie sie Karsten abgebildet hat, konnte ich niemals auffinden, so oft ich auch jugendliche Zustände der *Laboulbenia muscae*, bei denen die Trichogyne entwickelt war, betrachtete. Würden Zellchen an der Spitze des Zweiges abgeschnürt werden, so könnten sie nicht schnell in der

---

[1] Man vergl. das Referat von Janczewsky. Bot. Zeitg. 1872, p. 339.

[2] Woronin und De Bary, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze. Dritte Reihe. De Bary, Eurotium, Erysiphe. — Janczewsky in Bot. Zeitg. Nr. 18.

Substanz der Trichogyne verschwinden, ohne mit ihr in dem Sinne zu copuliren, dass der Inhalt der Zellchen endosmotisch aufgenommen wird und nur eine inhaltsleere Zelle zurückbleibt. Ich glaube, dass der Figur, welche Karsten abgebildet, ein Präparat, das sich bereits in Zersetzung befand, als Grundlage diente, wie ich auch an einigen meiner Präparate die äussere Oberfläche der in Glycerin eingeschlossenen Laboulbenien mit zahlreichen Fettkörpern besetzt fand, die offenbar in Folge der Zersetzung des Pilzes oder der mit eingeschlossenen Theile des Thierkörpers sich ausschieden. Die Form des trichogynartigen Körpers der Käfer bewohnenden Laboulbenien bietet einige Differenzen von der der *Laboulbenia muscae.* Bei letzterer hat der an der Spitze der Peritheciumanlage vortretende Körper eine rundliche oder längliche Form, er ist nicht durch Querwände abgetheilt; bei ersteren ist er in einen langen zelligen Faden ausgezogen. An dem männlichen Organ ist weder um diese Zeit noch später etwas zu beobachten, das auf eine Abschnürung von Zellen hinweist, oder diese vermuthen lässt. Es kann nur der Fall angenommen werden, dass die Spitzen des gekrümmten Zweiges als Pollinodien bei *Laboulbenia muscae* fungiren, und dass durch den Contact des Pollinodium mit der Trichogyne die Befruchtung zu Stande kommt. Die Möglichkeit der Berührung ist bei dem einzelnen Individuum gegeben durch die nahe gerückte Stellung des Pollinodien tragenden Zweiges an das hervorsprossende trichogynartige Organ, ausserdem aber durch die dichte zusammengedrängte Stellung verschiedener Individuen bei *Laboulbenia muscae* und *L. Nycteribiae*, das häufig paarweise Vorkommen bei den Käfer bewohnenden Laboulbenien. Bei zwei noch unbeschriebenen auf Käfern vorkommenden Laboulbenien bemerkte ich, dass vom Basaltheile des Antheridiums (Paraphysenbündel) zarte Ästchen hervorsprossten, die in Contact mit der Trichogyne standen [1]. Der Zweig oder das Zweigsystem, so weit seine Zellen mit derben Wandungen versehen sind, kann nur als Pollinodienträger betrachtet werden. Die Form und die Zahl der am Pollinodienträger hervorsprossenden Pollinodien

---

[1] Man vergl. Taf. I, Fig. 9, Taf. II, Fig. 21 u. 22.

ariiren bei den verschiedenen Arten, scheinen bei einer und derelben aber ganz constant zu sein. Bei *Laboulbenia muscae* steen die Pollinodien an den Spitzen des gekrümmten Zweiges, ei *Laboulbenia Nycteribiae* an den Spitzen des gestreckten, ie sind äusserst zart und ein wenig ausgezogen; bei einer uf *Laccophilus minutus* und *L. hyalinus* vorkommenden Art indet man das Pollinod an dem Gipfel des Zweiges als äusserst artes längliches Fädchen [1]. Die Stelle, wo dieses hervorsprosst, ist schon in den frühesten Entwicklungsstadien als eine knötchenartige Hervorragung an der Spitze angedeutet. Bei den auf Laufkäfern vorkommenden Laboulbenien unterscheiden sich die Pollinodien von den übrigen fadenartigen Zweigen nur durch ihre Zartheit. Ist der Pilz vollkommen ausgewachsen, so ist von den Pollinodien nicht viel mehr zu sehen, offenbar gehen sie durch Desorganisation zu Grunde oder werden abgestossen. Auch die Trichogyne wird nach der Befruchtung abgeworfen; solche Fälle, wo sie sich oder wenigstens ein Theil von ihr bis zur vollständigen Ausbildung des Peritheciums erhalten hat, gehören zu den Seltenheiten. An einem *Bembidium* fand ich einmal zwei Laboulbenien, die an der Spitze des ausgewachsenen Peritheciums mit einem abnormen Fortsatz versehen waren: diesen Fortsatz deute ich als das Basalstück der Trichogyne, dessen Wandung derb geworden war. (Taf. II, Fig. 11.)

Nach geschehener Befruchtung der Trichogyne wird also letztere, seltene abnorme Ausnahmsfälle abgerechnet, abgeworfen, die Peritheciumanlage verlängert sich an der Spitze, die Rindenzellschicht erreicht die Länge der axilen Zellreihe, die Zellen strecken sich, das Perithecium erlangt endlich seine definitive Form, während am männlichen Befruchtungsapparat nach der Befruchtung kein Wachsthum im Wesentlichen mehr stattfindet, es kommt höchstens vor, dass die Paraphysen sich ein wenig verlängern und ihre Membran verdicken.

Von den Vorgängen innerhalb der Wandung des Peritheciums ist nichts Deutliches zu sehen. Bei *Labulbenia muscae* habe ich die Vermuthung ausgesprochen, dass eine der Zellen, welche der im Bauchtheile des Peritheciums befindlichen axilen

[1] Man vergl. die Erklärung der Fig. 36.

Zellreihe angehört, Ausstülpungen bildet, und dass in jener erst die Sporen gebildet werden. Ich habe auch ein Büschel von spindelförmigen, scharf begrenzten Körpern abgebildet, die theils schon Sporen enthielten, zum Theil aber noch keine Zerklüftung zeigten. Bei einer auf *Laccophilus minutus* und *L. hyalinus* vorkommenden Art, deren Wandung den Inhalt durchschimmern lässt, fand ich das Peritheeium mit Sporen erfüllt, nur der untere Theil des Bauchtheiles zeigte erst die beginnende Zerklüftung. Die Sporen lagen dicht gedrängt an einander und waren in Lage und Richtung so orientirt, dass sie in etwas schiefer Richtung, also nicht ganz parallel mit der Längsaxe des Peritheciums, mit einem Ende gegen die Schmalseite, wo der schneckenförmig gewundene Ast inserirt ist, gewendet, nach aufwärts gerichtet waren. Beim Zerdrücken des Peritheciums gelang es mir, einen langen Schlauch, der wenigstens 12 Sporen enthielt, zu isoliren, doch fehlte demselben eine äussere doppelt contourirte Begrenzung. Die ganze Masse desselben war in Sporen umgewandelt. Ähnlich verhält es sich ohne Zweifel auch bei *Laboulbenia Nycteribiae*. Bei den auf Laufkäfern vorkommenden Laboulbenien lagen die Sporen in paralleler Richtung mit der Längsaxe des Peritheciums und sind ohne Zweifel auch in Schläuchen eingeschlossen. Was nun die Zahl der in den Schläuchen eingeschlossenen Sporen betrifft, so scheint diese bei einer und derselben Art innerhalb gewisser Grenzen zu variiren, indem auch viele der Ausstülpungen oder Schläuche klein bleiben und wahrscheinlich doch Sporen erzeugen.

Bei allen Arten öffnet sich das Perithecium an der Spitze mit einer Pore, indem eine Zelle am Scheitel aufreisst und den Inhalt des Peritheciums, Sporen und Schleim ruckweise austreten lässt. Der Porus wird bei einigen Arten von einem zweilappigen Wulst umgeben, oder der Wulst ist mehrlappig, bei einer Art ist der Mundbesatz mehr krönchenförmig, bei einigen verlängern sich die die Spitze des Peritheciums einnehmenden Zellen, ohne eine conische Spitze oder Warze zu bilden, und bei einer auf *Laccophilus minutus* vorkommenden Art fand ich den Porus seitlich gelegen, indem von den obersten Zellen eine sich in eine conische Spitze verlängerte und über den Porus hinausragte.

Die Sporen erscheinen bei allen Laboulbenien spindelförmig und werden von einem breiten weissen Hautsaum (Exospor) umgeben, meist sind sie geradlinig oder schwach gekrümmt. Der Inhalt wird durch eine Scheidewand in zwei gleiche oder nur wenig ungleiche Fächer abgetheilt. Im Verhältniss zum ganzen Pilzkörper erreichen sie eine beträchtliche Länge.

Hat das Perithecium seine Sporen entleert, so bleibt von demselben ein Gerüste von Membranen übrig, bei dem die Grenzcontour der die Wandung des Peritheciums bildenden Zellen nicht selten deutlicher hervortritt, als wenn letzteres noch mit Sporen erfüllt ist, welche aber, wenn man die Entwicklungsgeschichte nicht kennen würde, in Zweifel lassen, ob das stehen gebliebene Gerüste nicht etwa nur die äussere Membran einer grösseren Zelle darstellt. In der That scheint es, als würde der Inhalt aller Zellen des Bauchtheiles des Peritheciums, der nicht in der Sporenbildung aufgeht, sowie deren Scheidewände in Schleim verwandelt werden, und selbst die Zellen des Mundbesatzes des Peritheciums, deren Herkunft nicht zweifelhaft ist, verlieren bei der Reife von ihrem körnigen Inhalt und scheinen eine ziemlich homogene Masse zu bilden.

Sind somit die Sporen ausgetreten, so ist in dem Perithecium ein grosses Cavum enthalten, und es frägt sich, welcher Natur ist die Wand dieses Cavums. Bei der Fig. 30 abgebildeten *Laboulbenia*-Art scheint es mir, dass auch an der Spitze des vollständig entleerten Peritheciums sich zwei Zellen befinden, ihnen gegenüber nehmen drei Zellen den Grund ein, auf einer Seite der Wandung sieht man den ursprünglich aus Zellen aufgebauten, an der Spitze gekrümmten Zweig, dessen Vielzelligkeit in diesem Zustande wegen der schwarzen Färbung auch nicht recht zu erkennen ist; den übrigen Theil der Seitenwandung halte ich nicht für zellig, ich glaube vielmehr, dass er die derbe Aussenwandung von Zellen darstellt, deren übriger Theil in Schleim verwandelt wurde. Bei *Laboulbenia muscae* dürfte die conische Spitze des Peritheciums Zellennatur besitzen, das heisst aus den Rindenzellen der Spitze hervorgegangen sein; wahrscheinlich gilt dies auch für die Wandung des cylindrischen Halstheiles, vom Bauchtheil bleibt wahrscheinlich nur die derbe, elastische, faserige Haut zurück; letztere wäre

demnach nur als Aussenhaut der Rindenzellen zu betrachten. Vielleicht gilt dies auch für die auf Käfern vorkommenden Laboulbenien. Es wäre aber auch möglich, dass in dieser Hinsicht einige Differenzen bei den verschiedenen Arten obwalten.

Die Membran des Bauchtheiles des Peritheciums ist bei einigen Arten elastisch, durchscheinend, so dass die Schläuche nebst den in ihnen enthaltenen Sporen durchschimmern, sehr widerstandsfähig gegen Reagenzien, bei anderen wieder mehr spröde und ziemlich undurchsichtig[1]. Bei *Laboulbenia muscae* erkennt man in der Flächenansicht schief verlaufende Faserzüge oder Linien. Solche Streifensysteme habe ich bei anderen Laboulbenien nicht aufgefunden.

Ist der Pilz ausgewachsen, so besteht der Peritheciumstiel aus grossen, weiten, mit dicken Membranen versehenen Zellen, wie dies auch Montagne und Robin höchst treffend hervorgehoben haben. Bei jenen Arten, die Luftpilze sind, so in exquisiter Weise bei *Laboulbenia muscae*, ist die Membran der Stielzellen, wenn sie auch monatelang ausgetrocknet ist, sehr quellungsfähig, verdünnte Kalilösung, Ammoniak, verdünnte Mineralsäuren, selbst Wasser allein bewirken ein sehr starkes Quellen derselben, concentrirte Kalilösung ein vollständiges Verschleimen von Membranschichten. Bei den amphibiotischen Laboulbenien ist die Membran weniger quellungsfähig.

Die Laboulbenien weichen während des ganzen Verlaufes ihrer Entwicklung in ihrem äusseren Ansehen so bedeutend von

[1] Durch tagelanges Liegenlassen dieser Pilze in concentrirter Kalilösung (1 Th. KO auf 2 Th. HO) wird die Form des Peritheciums nicht geändert, nur werden die Pilze mehr minder entfärbt; so wird *Laboulbenia muscae* beispielsweise völlig hyalin; die Fig. 27 dargestellte *Laboulbenia* behält bei ebenso langem Verweilen in der erwähnten Lösung noch einen lichten braunen Farbenton, die Basis dieses Pilzes sowie des Fig. 30 dargestellten, bleibt aber vollständig schwarz; bei letzterem Pilz sieht man durch das Chitin ein äusserst feines Porenkanälchen, das sich mit der zugespitzten Basis in Verbindung setzt, durchschimmern; bei *L. muscae* sieht man, wenn sie vollständig entfärbt ist, an der Stelle, welche der dunkel rothbraun gefärbten Ansatzstelle entspricht, eine knopfartige Erweiterung, die in ein feines Canälchen übergeht.

en übrigen Pilzen ab, dass selbst die jüngsten Entwicklungsstadien derselben mit Sicherheit von anderen Pilzen unterschieden werden können.

Es ergibt sich aus dem Vorhergehenden, dass einige zur Trennung von Arten verwerthbare Merkmale schon in wenig vorgerückten Entwicklungsstadien der Pilze auftreten, wenn man nur die Form, Grösse und sonstige Beschaffenheit des Pollinodienträgers und seiner Adnexe in Betracht zieht. Entwicklungsgeschichtlich entsteht der Pollinodienträger bei allen Laboulbenien endständig, indem sich der terminale Theil der jugendlichen Pflanze selbst zum Pollinodienträger ausbildet, das Perithecium ist eine seitliche Bildung. Solche unterscheidende Merkmale, die durch eine charakteristische Form des Pollinodienträgers und seiner Adnexe, die ich im weiteren Verlaufe in Übereinstimmung mit Montagne und Robin als Paraphysen bezeichnen werde, gegeben sind, werden demnach schon in einem Entwicklungsstadium ausgesprochen sein, lange vorher als das Individuum vollständig ausgewachsen ist. Bei der weiteren Entwicklung wird der Pollinodienträger und sein Anhang auf die Seite geschoben, er erscheint dann als Anhängsel am Stiel oder an der Basis des Peritheciums. Am ausgewachsenen Individuum lassen sich dann als unterscheidende Merkmale verwerthen die Art und Weise der Insertion des Pollinodienträgers oder Paraphysen, seine relative Länge zum Perithecium, die relative Länge der Zellen des Peritheciumträgers, die Form des Peritheciums, der Mundbesatz desselben, Farbe und Grösse desselben und dergleichen mehr.

Einen höchst wichtigen Unterschied, der schon im jugendlicheren Entwicklungsstadium des Pilzes deutlich hervortritt, bieten demnach die Form des männlichen Apparates, die etwaige Verästelung desselben, die Structur des Basalstückes; am ausgewachsenen Individuum kommen hierzu die relative Länge desselben zum Perithecium, Farbe der Paraphysen. Bei *Laboulbenia muscae* ist der männliche Apparat sichelförmig gebogen, von deutlich zelliger Structur und mit Spitzen versehen; bei *Laboulbenia Nycteribiae* ist derselbe geradlinig, deutlich zellig, ebenfalls mit Spitzen versehen; bei einer auf *Laccophilus*-Arten vorkommenden Laboulbenie ist er ebenfalls geradlinig einfach oder an der

Spitze getheilt, deutlich zellig, ohne Spitzen, nur am Gipfel mit einem vergänglichen zarten Fädchen (Pollinod) versehen, und bei einer zweiten ebenfalls auf *Laccophilus* vorkommenden Art ist er einfach, an der Spitze fast schneckenförmig gekrümmt, ohne deutliche Hervorragungen oder Spitzen, die zellige Structur nur in den jüngsten Stadien erkennbar. Bei den übrigen Laboulbenien sprossen wenige oder äusserst zahlreiche Paraphysenfäden vom Basalstücke des männlichen Apparates. Bei diesem lassen sich wieder zwei Haupttypen unterscheiden, nämlich ob sämmtliche Paraphysenfäden gleich stark entwickelt sind, oder ob ein kräftiger Stamm hervortritt. In Hinsicht auf das Basalstück sind zwei Typen, die jedoch durch verbindende Mittelglieder zusammenhängen, zu unterscheiden; bei *Laboulbenia Nycteribiae* ist dasselbe einzellig und mit seinen Seitenwandungen vollkommen frei, bei den auf Laufkäfern vorkommenden Arten ist es ein vielzelliger Körper, der mit dem Perithecium zusammenhängt.

Wichtige Unterschiede begründen die Form und Mündung des Peritheciums. Durch die Form des Peritheciums unterscheiden sich die zwei auf Dipteren beobachteten Laboulbenien von denen, die auf Käfern vorkommen. Bei den ersten (*L. muscae*, *L. Nycteribiae*) sind wenigstens zwei Abschnitte, der Bauch- und Halstheil des Peritheciums, scharf gesondert, der Halstheil länger gestreckt, cylindrisch; das Perithecium der Käfer bewohnenden Laboulbenien ist eiförmig oder länglich, ohne markirten Halstheil. Wichtiger als diese Unterschiede sind die Form der Spitze und der Mündung des Peritheciums. Während bei *Labulbenia muscae* und sämmtlichen mir auf Laufkäfern bekannten Laboulbenien die Mundöffnung in der Mitte der conischen warzenförmigen Spitze des Peritheciums sich befindet, wachsen bei *Laboulbenia Nycteribiae* und den auf *Laccophilus*-Arten vorkommenden Laboulbenien die die Spitze des Peritheciums einnehmenden Zellen mehr minder papillenförmig aus. Dieser Unterschied scheint den Werth eines generischen Merkmals zu beanspruchen. Robin und Montagne haben im Gattungscharakter von *Laboulbenia* das eine Merkmal aufgenommen, dass der Porus des Peritheciums an einer zugespitzten Mamille sich befinde.

Beim Peritheciumträger lassen sich als specifische Unterschiede verwerthen die Länge desselben im Vergleich zu der des Peritheciums und die relative Länge seiner eigenen Zellen; bei einer Art, der *Laboulbenia Nycteribiae*, tritt noch als weiteres höchst wichtiges Merkmal die Insertion des männlichen Apparates zwischen der ersten und zweiten Trägerzelle hinzu. Wenn man jenen Theil des Pilzes, welcher sich von der Insertion desselben am Thierkörper bis zu der Gruppe kurzer, weiter, isodiametrischer Zellen, die die Basis des Peritheciums bilden, erstreckt, als Stiel bezeichnet, so ist derselbe bei allen Arten mit Ausnahme von *L. Nycteribiae* zweizellig. Die beiden Stielzellen sind nun bei *L. muscae* und der Mehrzahl der Käfer bewohnenden Laboulbenien von ungefähr gleicher Länge, bei *L. Nycteribiae* ist die untere und mittlere Stielzelle kurz, bei einer auf *Laccophilus minutus* und *L. hyalinus* vorkommenden Art gleicht hingegen die obere einer dicken Platte. Und während der Peritheciumstiel bei sämmtlichen Arten mit zwei einzigen Ausnahmen in der Länge mit dem Perithecium übereinstimmt oder nur geringe Abweichungen zeigt, ist er bei diesen um mehr als das Doppelte kürzer als das Perithecium.

Die Färbung bietet bei den Laboulbenien ebenfalls specifische Merkmale von nicht ganz untergeordneter Bedeutung; im ausgewachsenen Zustande sind sie rothbraun, gelblichbraun, schwärzlichbraun oder schwärzlichgrau; so ist *Laboulbenia muscae* mit Ausnahme des Peritheciumstiels röthlichbraun, *Laboulbenia Nycteribiae* zeigt sich von gelblicher Färbung, eine auf *Laccophilus* vorkommende Art ist ebenfalls gelblich, dabei aber ihr Ast von intensiv schwarzer Färbung, die Mehrzahl der Laboulbenien sind aber schwärzlichbraun oder schwärzlichgrau. Am dunkelsten ist bei allen Arten das unterste Ende des Peritheciumträgers über der Anheftung am Thierkörper, von ziemlich dunkler Färbung zeigt sich die Basis des Peritheciums und die mit derselben verwachsene Portion des Paraphysenträgers, ebenfalls sehr dunkel und bisweilen selbst schwarz gefärbt ist eine Stelle unter der conischen Warze des Peritheciums, das Perithecium selbst ist etwas lichter als die erwähnten Theile, noch weniger pigmentirt erscheint der Stiel und die Paraphysen sind oft ganz ungefärbt. Die Färbung hat ihren Sitz in den

äussersten Membranschichten. Durch Kalilösung gelingt es, letztere aufzulösen, die Pilze werden hyalin oder erhalten einen sehr lichten Farbenton. Die hornigen Flügeldecken einiger Käfer zeigen dunkle Pigmentflecken und lichte Stellen, der Pilz erscheint unverändert in der Färbung, er mag auf den dunklen pigmentirten oder lichten Stellen aufsitzen. Auf metallisch grünen Flügeldecken fand ich niemals Laboulbenien, wohl aber am lichten farblosen Rande, von dem bei einigen Käferarten das grüne Feld umsäumt wird. Die Pigmentirung zeigt sich schon in wenigzelligen Entwicklungsstadien, ausser an der Basis zeigt sie sich zuerst am terminalen Theile. Ein merkwürdiges Aussehen bietet der Fig. 30 abgebildete Pilz, der schon frühzeitig mit einem schwarzen, schneckenförmig gebogenen Anhang versehen ist.

So werthvolle Merkmale die relativen Maasse der einzelnen Theile des Pilzes bieten, so wenig können die absoluten zur systematischen Unterscheidung verwerthet werden. Es variirt nämlich die Grösse der einzelnen Individuen ausserordentlich, man trifft bisweilen bei einer Art einige Exemplare an, die noch einmal so gross sind, als andere ausgewachsene derselben Art. Die grösste Art, die ich überhaupt kenne, ist ***Laboulbenia Nebriae***, mit ihrem peitschenförmigen Anhange erreicht sie ungefähr 1 Mm. Länge; ihr zunächst kommt ***Laboulbenia Nycteribia***, welche ich bei einigen sehr grossen Exemplaren 0·8 Mm. lang gefunden habe, die aber bisweilen nur die Hälfte dieses Maasses erreicht; die kleinsten Arten habe ich an Bembidien und auf den wiederholt erwähnten Wasserkäfern (***Laccophilus***-Arten) mit einer absoluten Länge von ungefähr 0·2 Mm. angetroffen. Die Mehrzahl der Laboulbenien bewegt sich innerhalb 0·3 bis 0·5 Mm. Länge. Für die Unterscheidung der Arten ist ohne Zweifel die absolute Grösse der Sporen, wenn auch keine grossen Differenzen bei den verschiedenen Arten obwalten mögen, doch wichtiger als die Dimensionen des ganzen Pilzkörpers und seiner Theile, doch sind meine Erfahrungen in dieser Hinsicht ungenügend und habe auch leider nicht bei allen Arten Sporen aufgefunden.

An einigen Käfern, so beispielsweise an ***Bembidium lunatum*** und den ***Laccophilus***-Arten habe ich zwei specifisch ganz

verschiedene Arten von Laboulbenien angetroffen, andererseits kommt es vor, dass eine und dieselbe *Laboulbenia*-Species verschiedene Käfer befällt. Es frägt sich nun, welchen Einfluss übt das Insekt auf die Form des Pilzes aus, variirt der Pilz, je nachdem er dem einen oder anderen Käfer aufsitzt. Um dies zu entscheiden, ist jedoch ein grosses Materiale, über das ich nicht verfüge, nothwendig; meine auf diesen Gegenstand sich beziehenden Beobachtungen werde ich bei der Aufzählung der neuen Arten mittheilen.

Montagne und Robin gründeten die Gattung *Laboulbenia* auf Form und Bau zweier Arten. In dem Gattungscharakter brachten sie ein Hauptmoment der Entwicklungsgeschichte, nämlich die seitliche Entstehung des Peritheciums, ferner die wichtige anatomische Eigenthümlichkeit, dass der vegetative Theil des Pilzes, das Stroma, aus grossen, weiten, dick contourirten Zellen bestehe, zum Ausdruck. Ferner führten sie noch im Gattungscharakter an, dass das Stroma mit gegliederten büschelförmigen Zweigen endige, dass das Perithecium mit einem apicalen Porus versehen, die Mamilla zugespitzt sei, die Sporen septirt, spindelförmig und mit Schleim gemischt aus dem Porus hervortreten. Auf sämmtliche bis jetzt von mir aufgefundene Laboulbenien ist dieser Charakter nicht mehr anwendbar, er passt schon nicht mehr auf *Laboulbenia muscae*, indem hier das Stroma nicht mit einem Büschel von Fäden, sondern mit einem einzigen Stämmchen endigt, noch weniger passt er aber auf *Laboulbenia Nycteribiae* und die Fig. 30 und 35 abgebildeten Laboulbenien, indem bei den letzten drei Arten die Spitze des Peritheciums abweichend geformt ist, während andere bisher noch unbeschriebene Arten leicht in das alte Gattungsschema eingereiht werden können. Man hat in der Systematik bei der Eintheilung und Anordnung von Gewächsen selten den Versuch gemacht, auf Grundlage der Entwicklungsgeschichte den Rang der Abtheilung zu bestimmen. In der Mehrzahl der Fälle gründet sich die Classification auf grössere oder geringere Abweichung der Form im ausgebildeten Zustande, und darnach bestimmt man, ob man es mit einer Varietät, Species, Untergattung oder Gattung und so weiter zu thun hat. Stellt man das Prinzip auf, dass wenn in einem je früheren

Entwicklungsstadium ein gewichtiger Form- und Entwicklungsunterschied auftritt, derselbe als Charakter einer desto höheren systematischen Einheit verwerthet werden muss, so gewinnt die systematische Eintheilung eine bessere wissenschaftliche Grundlage, als wenn man nur den vollkommen entwickelten Zustand in Betracht zieht, bei dem der Werth der einzelnen Merkmale schwer zu bemessen ist. Bei den Laboulbenien ist es leicht möglich, den Rang der Gruppe nach diesem Prinzipe festzustellen. Da bei den früher genannten Formen, der *Laboulbenia muscae*, *Laboulbenia Nycteribiae*, den bei Fig. 30 und 35 abgebildeten Laboulbenien wichtige Gestaltungsdifferenzen, wodurch sie einerseits von einander, andererseits von den übrigen Laboulbenien schon in einem frühen Entwicklungsstadium unterschieden werden können, auftreten, so müssen sie als gleichwerthige Formengruppen, denen ich gegenwärtig den Werth von Gattungen einer und derselben Familie beimesse, betrachtet werden. Ich unterscheide demnach in der Familie der Laboulbeniaceen 5 Gattungen, und zwar die Gattung *Laboulbenia*, *Stigmatomyces*, *Helminthophana*, *Chitonomyces* und *Heimatomyces*.

Laboulbeniaceae.

Parasitische Pilze, die mit Pollinodien und Trichogyne versehen sind. Die Pollinodien entwickeln sich an endständigen Trägern; die Fruchtkörperanlage seitlich, mit einer nach der Befruchtung abfallenden ein- bis mehrzelligen Trichogyne endigend. Der Fruchtkörper (Perithecium) öffnet sich an der Spitze mit einem Porus. Sporen 2zellig, spindelförmig, mit hyaliner Membran; diese keimen, ohne eine Ruheperiode durchzumachen und wachsen direct wieder zu den gestielten Fruchtkörpern aus. Der vegetative Theil des Pilzes besteht aus grossen, weiten, mit dicken Membranen versehenen Zellen.

Laboulbenia Montagne und Ch. Robin.

Der Peritheciumträger endigt an der Spitze mit mehreren einfachen oder ästigen, gegliederten, fadenartigen Zweigen (Paraphysen), das Perithecium mit einer zugespitzten, von einem apicalen Porus durchbohrten Mamilla versehen.

1. *Laboulbenia Rougetii* Montagne et Ch. Robin (Végét. paras. p. 622, Pl. X, Fig. 2).

Dunkel gelbbraun; Paraphysen einer breiten Basis eingefügt, unächt gabelig getheilt, ungefähr von der Länge des Peritheciums, gelb; Stiel viel kürzer als das Perithecium.

Beobachtet auf *Brachinus crepitans* L., *B. explodens* Duft, und *B. sclopeta* F.

2. *Laboulbenia Guerinii* Ch. Robin (Végét. paras. p. 624, Pl. IX, Fig. 1, 2 *a—b* et Fig. 3).

Schwarzbraun; Paraphysen zahlreich, getheilt, halb so lang als das Perithecium, fast ungefärbt; Stiel länger als das Perithecium.

Beobachtet auf *Gyretes sericeus* Laboul.

3. *Laboulbenia flagellata* n. sp. (Fig. 1, 2, 3).

Licht gelbbraun, nur die Mamilla des Peritheciums an der Basis schwärzlich; Paraphysenfäden in geringer Zahl (4—7), ziemlich gleich, einfach oder nur an der Basis getheilt, ungefärbt, meist das Perithecium überragend.

Der Pilz befällt die Flügeldecken von *Bembidium lunatum* Duft., kommt aber auch auf den Extremitäten vor, wo ich ihn auf der Innenfläche des Femur und der Tibia gesehen habe. Ausserdem habe ich ihn auf *Anchomenus albipes* F. und *A. marginatus* L. angetroffen. Auf *Bembidium lunatum* sah ich eine Form (Fig. 1) mit sehr langen Paraphysen, von der Ansatzstelle bis zu der Spitze des Peritheciums mass der Pilz 0·3 Mm., bis zur Spitze der längsten Paraphysen 0·5 Mm. Auf *Anchomenus marginatus* sah ich nur Jugendzustände dieser Pilze. Vielleicht kommt diese Art auch auf *Patrobus excavatus* Payk. vor; einen Jugendzustand habe ich Fig. 6 abgebildet.

4. *Laboulbenia anceps* sp. n. (Fig. 7).

Licht gelbbraun; Paraphysenfäden in geringer Zahl, bogenförmig gekrümmt, ungefähr so lang als das Perithecium und ungefärbt.

Auf den Extremitäten von *Anchomenus viduus* Pz.

Diese Art ist sehr nahe verwandt mit der vorigen und der nächst folgenden, und in den Jugendzuständen nicht sicher zu erkennen. Auf *Harpalus distinguendus* Duft. fand ich keimende Sporen und wenigzellige Entwicklungsstadien, die ich nicht mit Sicherheit dieser oder den beiden anderen Species zusprechen kann. Ich habe nur ein einziges ausgewachsenes Exemplar gesehen. Dieses mass vom Ansatzpunkte bis zur Spitze des Peritheciums 0·4 Mm., bis zur Spitze der Paraphysen 0·48 Mm.

5. *Laboulbenia fasciculata* sp. n. (Fig. 8—9).

Licht gelbbraun; Paraphysenfäden zahlreich, büschelförmig, oben auseinander tretend, ungefärbt, ungefähr so lang als das Perithecium.

Auf den Flügeldecken und Extremitäten von *Chlaenius vestitus* F.

Diese Art unterscheidet sich von den beiden vorhergehenden leicht durch die breite Basis, auf welcher sich das Perithecium und die zahlreichen Paraphysenfäden erheben; letztere sind viel zarter, dünner als bei vorhergehender Art. Das einzige ausgewachsene Individuum, das ich beobachtete, mass 0·37 Mm.

6. *Laboulbenia luxurians* sp. n. (Fig. 10—14).

Dunkelbraun, Paraphysenfäden zahlreich, bogig gekrümmt, oben fächerförmig auseinander tretend, ungefähr halb so lang als das Perithecium und ungefärbt.

Auf *Bembidium varium* Oliv., und zwar sowohl den Flügeldecken als den Extremitäten.

Gehört zu den kleineren Formen, im ausgewachsenen Zustande nur 0·22 Mm. lang. Die Fig. 11 abgebildete Form ist eine Bildungsabweichung dieser Art.

7. *Laboulbenia vulgaris* sp. n. (Fig. 17—28).

Dunkelbraun oder schwärzlich, Paraphysenfäden zahlreich, ungleich, die kürzeren büschelförmig, von der Basis eines starken mehrgliedrigen Stämmchens entspringend, ungefärbt, das stärkere Stämmchen ungefähr so lang als das Perithecium, mehr-

gliedrig, dunkel pigmentirt, an der Spitze verästelt, Ästchen ungefärbt.

Scheint in der Wiener Umgebung die gemeinste Art zu sein; ich fand sie auf *Bembidium littorale* Pz., *B. fasciolatum* Duft., *B. punctulatum* Drapiez, *B. lunatum* Duft., *B. obsoletum* Dej. und auf *Deleaster dichrous* Grav. Nach der Käferart, der der Pilz aufsitzt, variirt er hinsichtlich der Grösse, auf *Bembidium fasciolatum* fand ich den Pilz stets kleiner als auf *Bembidium littorale*, die kleinsten Formen traf ich bei *Bembidium obsoletum*. Der Pilz variirt ferner in der Zahl der Gliederzellen der grossen Paraphyse. Bei dem Pilze, der am *Bembidium fasciolatum* sich vorfand, zählte ich an der Paraphyse 4 Glieder bis zur Bifurcationsstelle; am Pilz, der *Bembidium obsoletum* befiel, nur 3. Auf *Bembidium punctulatum* Drapiez und *B. decorum* Zenker ähnelt der Pilz schon mehr der vorhergehenden Species. Die starke Paraphyse ist weniggliedrig (2). Die Ästchen treten mehr fächerförmig auseinander. Auf *Clivina fossor* L. habe ich nur keimende Sporen aufgefunden, die wahrscheinlich dieser Art angehören.

8. *Laboulbenia Nebriae* Peyr. (Fig. 29).

Schwärzlich; Paraphysenfäden in geringer Zahl, ungleich; die grosse Paraphyse einfach oder gabelig getheilt, dunkel pigmentirt, viel länger als das Perithecium.

Kommt auf *Nebria brunnea* Duft. und *N. Villae* Dej. vor. Sie ist die grösste aller Arten, von der Ansatzstelle am Thierkörper bis zur Spitze des Peritheciums misst sie 0·3 Mm., die grosse Paraphyse 0·7 Mm. und darüber. Im ausgewachsenen Zustande ist oft nur die grosse Paraphyse vorhanden, indem die von der Basis derselben hervorsprossenden Zweige frühzeitig abgeworfen werden können. (Man vergl. Peyr. in Sitzb. Akad. d. Wiss. Nov.-Heft. 1871, p. 3 u. 15, Taf. II, Fig. 4—8.)

Stigmatomyces Krst.

Der Peritheciumträger endet an der Spitze mit einem scheinbar seitlichen gekrümmten zelligen, an der Convexität mit spitzigen Fortsätzen versehenen Zweig. Perithecium mit einem

Bauch- und Halstheil versehen, Spitze des Peritheciums eine conische kurzzweilappige Warze bildend.

Stigmatomyces Baeri. Es ist dies die früher von mir als *Laboulbenia muscae* angeführte Art (l. c. p. 4—11, Taf. I), die in Consequenz des von mir dargelegten Prinzips der Gruppenbildung und nach den Regeln der Nomenclatur leider neuerdings mit einem neuen Namen aufgeführt werden muss; ihre Synonyme sind *Laboulbenia Baeri* Knoch (1867), *Stigmatomyces muscae* Krst. (1871), *Laboulbenia muscae* Peyr. (1872), *Laboulbenia Pitraeana* Sorokin (1872). Sie befällt ausschliesslich nur die Stubenfliege und erhält sich von einem Jahr zum anderen auf solchen Fliegen, die überwintern [1].

Helminthophana.

Ein gestreckter, gegliederter, mit spitzigen Fortsätzen versehener Zweig, scheinbar seitlich zwischen 1. und 2. Trägerzelle des Peritheciums inserirt; Perithecium mit einem Bauch- und Halstheil versehen, der Porus desselben wird von einem mehrlappigen Krönchen umgeben.

Helminthophana Nycteribiae, früher von mir als *Laboulbenia Nycteribiae* (l. c. p. 11, Tab. II, Fig. 1—3) beschrieben, von Kolenati und Diesing als *Arthrorhynchus* zu den Rhyngodeen (Helminthen) gestellt. Befällt mehrere Arten von Nycteribien.

Chitonomyces.

Der Peritheciumträger endet mit einem scheinbar seitlichen einfachen, ungegliederten, nur mit wenigen knotigen Hervorragungen versehenen gekrümmten Zweig. Das Perithecium länglich, an der Spitze dreilappig, der mittlere Lappen am Scheitel aufreissend und die Sporen entleerend.

Chitonomyces melanurus, Fig. 30—34. Sehr charakteristisch durch die gelbliche Färbung des Peritheciums und

[1] In der Sammlung von Frauenfeld wurde eine Laboulbenien tragende Fliege aufgefunden, die bei der Capstadt am Bord der Novara gesammelt worden war.

seines Trägers und die dunkle schwarze Pigmentirung des an der Spitze schneckenförmig gekrümmten Zweiges. Die Pigmentirung ist jedoch nicht gleichförmig, sie tritt in Streifen auf, am ausgewachsenen Pilz sind noch zwei lichtere Streifen zu unterscheiden. Der Peritheciumträger ist kurz, das Perithecium ungefähr $2^1/_2$mal so lang als sein Träger.

Diese merkwürdige Art kommt stets in Gemeinschaft der nächst folgenden auf Wasserkäfern vor. Zuerst entdeckte ich sie auf *Laccophilus minutus* Sturm, dann auf *Laccophilus hyalinus* Degeer., die mir Herr Custos Rogenhofer auf mein Ersuchen freundlichst mittheilte. Auf beiden Käferarten fand ich den Pilz, wie ich bereits erwähnte, stets am linken Rande der linken Flügeldecke.

Heimatomyces.

Der Peritheciumträger endet mit einem scheinbar seitlichen einfachen gegliederten Zweig. Das Perithecium an der Spitze in ein Horn ausgezogen, der Porus desselben seitlich gelegen.

Heimatomyces paradoxus sp. n. (Fig. 35—39).

Braun, Peritheciumträger kurz, obere Stielzelle tafelförmig, Perithecium $2^1/_2$mal so lang als sein Träger, unten bauchig aufgetrieben, an der Spitze gehörnt. Horn zugespitzt oder stumpflich. Der Zweig besteht aus wenigen Gliedern, an der Spitze zweilappig; in der Jugend tragen die beiden Lappen am Scheitel das vergängliche Pollinodium (in der Zeichnung nicht zu sehen). Die Sporen unterscheiden sich von den Sporen der übrigen Laboulbenien durch ihre auffallende Grösse und Form, sie scheinen stumpf zu endigen.

Mit der vorhergehenden Art auf *Laccophilus minutus* Sturm und *L. hyalinus* Degeer.

Erklärung der Abbildungen.

TAF. I.

Fig. 1. Ausgewachsenes Exemplar von *Laboulbenia flagellata*, beobachtet auf den Flügeldecken von *Bembidium lunatum* ($^{125}/_1$).

„ 2. Ein ausgewachsenes Exemplar derselben Species ($^{125}/_1$).

„ 3. Ein ausgewachsenes Exemplar dieser Species, mit kürzeren Paraphysen, das eine Individuum von der Breitseite, das andere von der Schmalseite gesehen. Auf *Anchomenus albipes* beobachtet ($^{125}/_1$).

„ 4. Ein wenigzelliges Entwicklungsstadium dieser Art. Auf *Anchomenus albipes* beobachtet ($^{350}/_1$).

„ 5. Ein jugendliches Exemplar, wahrscheinlich von *Laboulbenia flagellata*, von der Breitseite gesehen. Die Trichogyne ist abgefallen. Beobachtet auf *Anchomenus marginatus* ($^{125}/_1$).

„ 6. Ein jugendliches Exemplar einer *Laboulbenia*-Species, die wahrscheinlich der *Laboulbenia flagellata* angehören dürfte. Die Fruchtkörperanlage endigt mit einer zweizelligen Trichogyne (*tr*). Beobachtet auf *Patrobus excavatus* ($^{250}/_1$).

„ 7. Ausgewachsenes Exemplar von *Laboulbenia anceps*, von der Breitseite gesehen. Beobachtet auf *Anchomenus viduus* ($^{125}/_1$).

„ 8. Ausgewachsenes Exemplar von *Laboulbenia fasciculata*, von der Schmalseite gesehen. Beobachtet auf *Chlaenius vestitus* ($^{125}/_1$).

„ 9. Ein jugendliches Exemplar der vorigen Art, beobachtet an den Extremitäten von *Chlaenius vestitus*. Es wurde die Breitseite dargestellt. Rechts sieht man die vierzellige Trichogyne (*tr*) an dem oberen Ende der Fruchtkörperanlage. Die unteren Zellen jener Zellreihe, welcher die Trichogyne angehört, sind rechts und links bei *a* von Rindenzellen umgeben. Die Trichogyne wird an der Stelle abgeworfen, wo der dunkle schwarze Strich in der Zeichnung angebracht ist. Von der breiten mit der Fruchtkörperanlage verwachsenen Basis erscheinen zahlreiche gegliederte Fäden (Paraphysen), von welchen einer, der die Trichogyne kreuzt, wahrscheinlich als Pollinodium fungirt ($^{350}/_1$).

TAF. II.

Fig. 10. Ausgewachsenes Exemplar von *Laboulbenia luxurians*, beobachtet auf *Bembidium varium*. An der Spitze des Peritheciums sieht man drei Sporen, von denen eine im Austreten begriffen ist ($^{250}/_1$).

11. Ausgewachsenes Exemplar von *Laboulbenia luxurians*, eine Missbildung darstellend. Die Missbildung kam dadurch zu Stande, dass an der Spitze des Peritheciums ein kurzer cylindrischer Fortsatz als Residuum der Trichogyne stehen blieb. Die Paraphysen wurden in der Zeichnung nicht dargestellt $(^{250}/_{1})$.

12, 13, 14 stellen jüngere Entwicklungsstadien der *Laboulbenia luxurians* dar, die ich ebenfalls auf *Bembidium varium* aufgefunden habe. Fig. 12 u. 13 $(^{275}/_{1})$, Fig. 14 $(^{250}/_{1})$.

15, 16. Jüngere Entwicklungsstadien, wahrscheinlich von *Laboulbenia luxurians*. Beobachtet auf *Bembidium punctulatum*.

„ 17. Ausgewachsenes Exemplar von *Laboulbenia vulgaris*. Beobachtet von *Bembidium fasciolatum* $(^{125}/_{1})$.

„ 18. Jugendlicher Entwicklungszustand von *Laboulbenia vulgaris*. Die Peritheciumanlage ist noch einzellig, sie ist der kleine, dreiseitige Raum ober der zweiten Stielzelle. Auf *Bembidium littorale* beobachtet $(^{350}/_{1})$.

„ 19. Ein wenig vorgeschrittener Entwicklungszustand der Peritheciumanlage, sie ist zweizellig $(^{350}/_{1})$.

„ 20. Die Peritheciumanlage ist dreizellig $(^{350}/_{1})$.

„ 21. Die Peritheciumanlage endigt mit einem äusserst zarten, dünnen Faden, Trichogyne (*tr*). Neben derselben bemerkt man einen zweiten Faden, das Pollinodium $(^{350}/_{1})$.

„ 22. Die axile Zellreihe der Peritheciumanlage bereits berindet, die Trichogyne (*tr*) ist noch vorhanden $(^{350}/_{1})$.

„ 23. Fast ausgewachsenes Exemplar, die Trichogyne ist bereits abgefallen $(^{350}/_{1})$.

„ 24 u. 25. Zweizellige Sporen.

„ 26 Ausgewachsenes Exemplar. Auf *Bembidium littorale* beobachtet $(^{125}/_{1})$.

TAF. III.

Fig. 27. Ausgewachsenes Exemplar von *Laboulbenia vulgaris*. Eine Varietät mit weniggliedriger Paraphyse $(^{250}/_{1})$.

„ 28. Jugendliches Exemplar derselben Art. Die Trichogyne bereits abgefallen. Auf *Bembidium obsoletum* beobachtet $(^{250}/_{1})$.

„ 29. *Laboulbenia Nebriae*. Ein jugendlicher Entwicklungszustand; die Trichogyne bereits abgefallen $(^{115}/_{1})$.

„ 30 Ein ausgewachsenes Exemplar von *Chitonomyces melanurus*. Durch die Wände des Peritheciums sieht man die Sporen durchschimmern; einige treten aus dem Porus des Peritheciums. Auf *Laccophilus minutus* beobachtet $(^{350}/_{1})$.

„ 31. Keimende Sporen von *Chitonomyces melanurus* $(^{350}/_{1})$.

„ 32–34. Junge Entwicklungsstadien dieses Pilzes $(^{350}/_{1})$.

Fig. 35. Zwei ausgewachsene Individuen von *Heimatomyces paradoxus*; aus dem Porus des unteren Individuums treten Sporen aus. Die schwarze Linie bedeutet in diesen und den folgenden Figuren den Rand der Flügeldecke. Beobachtet auf *Laccophilus minutus* ($^{250}/_{1}$).

„ 36. Gekeimte Sporen, an denen bereits eine neue Theilungswand aufgetreten ist. An der Spitze bemerkt man ein kleines Wärzchen; dies ist die Stelle, wo später das Pollinod hervorsprosst ($^{350}/_{1}$).

„ 37. Es ist bereits die oben tafelförmige Stielzelle angelegt ($^{350}/_{1}$).

„ 38. Vollzelliger Entwicklungszustand, die Trichogyne und das Pollinod bereits abgestossen ($^{250}/_{1}$).

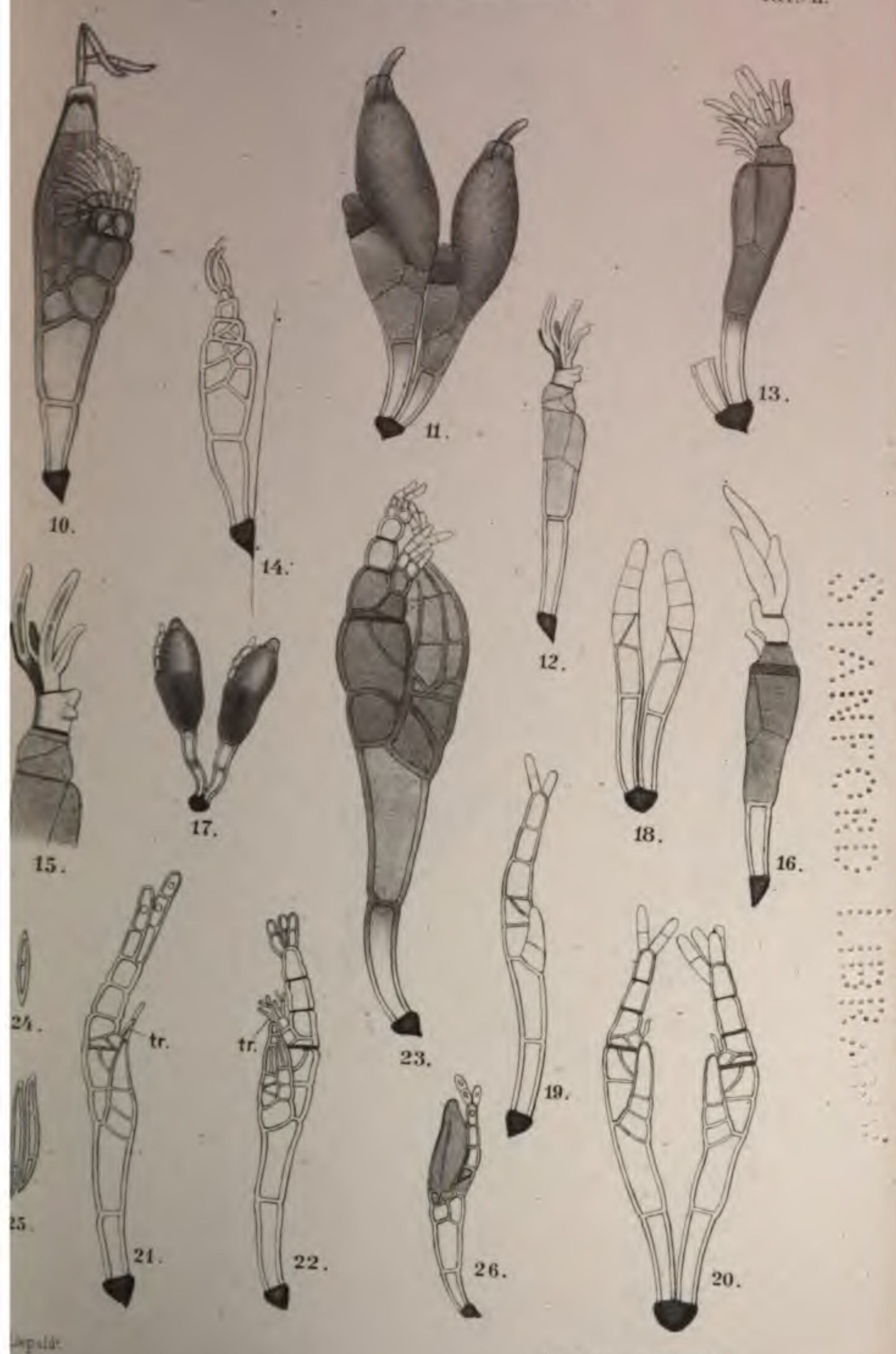
„ 39 stellt die Gerüste der Membranen eines vollständig entleerten Fruchtkörpers dar ($^{250}/_{1}$).

Taf. I.



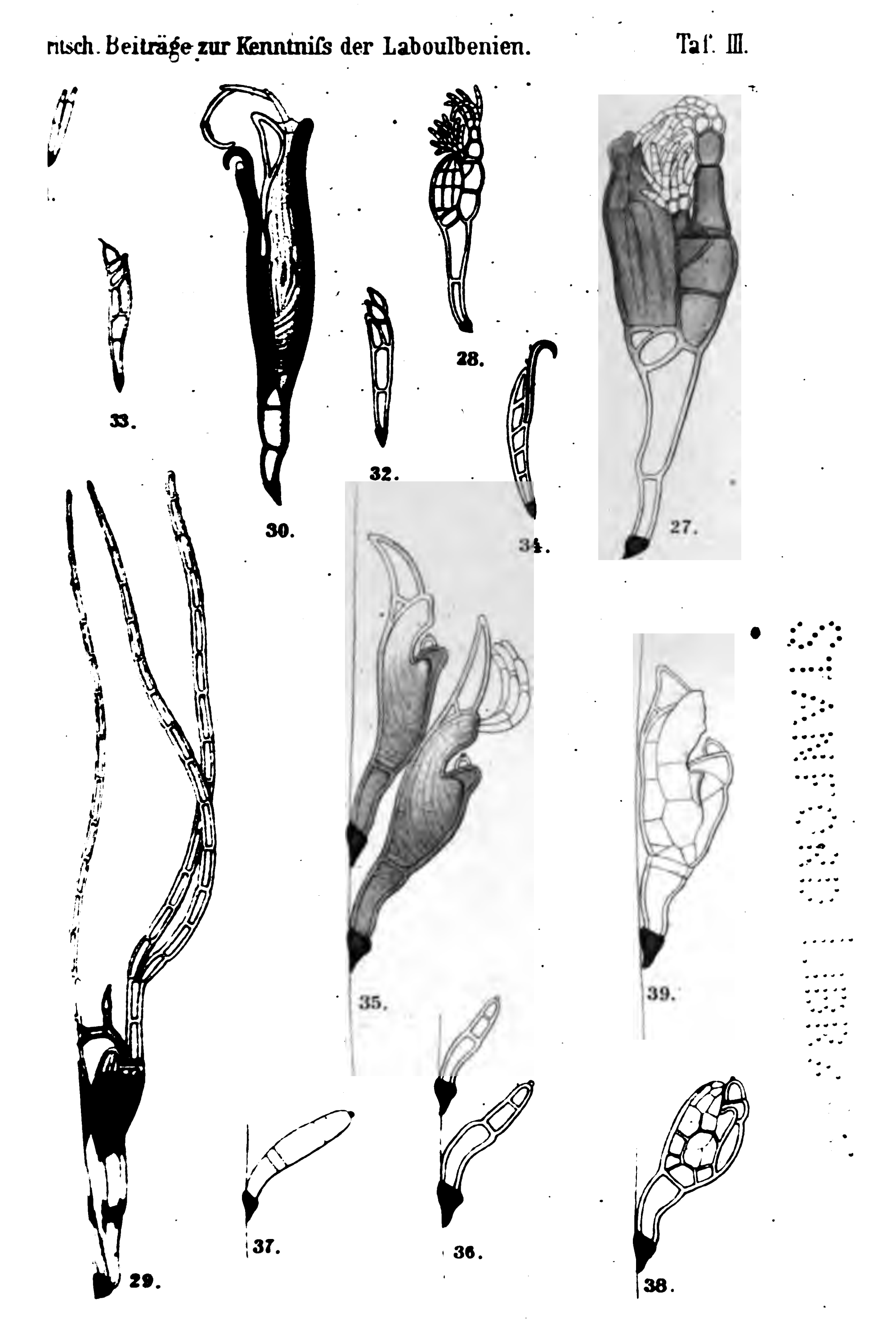
Aus der k.k. Hof-u. Staatsdruckerei





Aus der k.k. Hof-u. Staatsdruckerei





Aus der k.k. Hof- u. Staatsdruckerei

d.W. math. u. nat. Cl. LXVIII. Bd. I Abth. 1873.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXVIII. Band.

ERSTE ABTHEILUNG.

9.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

XXV. SITZUNG VOM 6. NOVEMBER 1873.

Herr Prof. Dr. E. Mach in Prag übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Physikalische Versuche über den Gleichgewichtssinn des Menschen."

Herr Dr. A. Boué übergibt eine Abhandlung: „Über besondere Attractions-Umstände bei Blitzschlägen."

Herr R. Niemtschik, Professor an der Wiener technischen Hochschule, überreicht eine Abhandlung: „Über die Construction der einem Kreise eingeschriebenen Ellipse, von welcher der Mittelpunkt und eine Tangente gegeben ist."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia, Reale, dei Lincei: Atti. Tomo XXVI. Anno XXVI. Sess. 1ª. (1872.) Roma, 1873; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Mai 1873. Nr. 1 & 2. Berlin; 8°.

— — Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte der philos.-philolog. und histor. Classe. 1872. Heft 4—5; 1873. Heft 1 bis 3. — Sitzungsberichte der mathem.-physikal. Classe. 1872. Heft 3. München; 8°. — Gedächtnissrede auf Friedrich Adolph Trendelenburg. Von Karl v. Prantl. München, 1873; 4°. — Rede in der öffentl. Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften am 25. Juli 1873, gehalten von J. von Döllinger. München, 1873; 4°. — Der Antheil der k. bayer. Akademie der Wissenschaften an der Entwickelung der Elektricitätslehre. Vortrag, gehalten von W. Beetz. München, 1873; 4°. — Verzeichniss der Mitglieder. 1873. 4°.

— — und Künste, Südslavische, zu Agram: Rad. Knjiga XXIV. U Zagrebu, 1873; 8°. — Stari pisci hrvatski. Knjiga V. U Zagrebu, 1873; 8°.

American Chemist. Vol. IV, Nrs. 3 & 4. Philadelphia, 1873; 4°.

Annales des mines. VIIe Série. Tome III. 3me Livraison de 1873. — Tables des matières de la VIe Série décennale 1862 —1871. Paris, 1873; 8^0.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 31. Wien, 1873; 8^0.

Arbeiten, Die astronomisch-geodätischen, des k. k. militär-geographischen Institutes in Wien. II. Band. Wien, 1873; 4^0.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1961 (Bd. 82. 17.) Kiel, 1873; 4^0.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLVIIIe Nr. 189. Genève, Lausanne, Paris, 1873; 8^0.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nrs. 15—16. Paris, 1873; 4^0.

Freiburg i. Br., Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1872/73. 4^0 & 8^0.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XVI (neuer Folge VI) Nr. 9. Wien, 1873; 8^0.

— allgemeine Schweizer., für die gesammten Naturwissenschaften: Neue Denkschriften. Band XXV, oder: Dritte Dekade. Band V. Zürich 1873; 4^0. — Actes. 55^e Session. Fribourg, 1873; 8^0.

— naturforschende, in Basel: Verhandlungen. V. Theil, 4. Heft. Basel, 1873; 8^0.

— naturforschende, in Emden: LVIII. Jahresbericht. 1872. Emden, 1873; 8^0.

— naturforschende, in Bern: Mittheilungen aus dem Jahre 1872. Nr. 792—811. Bern, 1873; 8^0.

— Deutsche, geologische: Zeitschrift. XXV. Band, 2. Heft. Berlin, 1873; 8^0.

— physikal.-medicin., in Würzburg: Verhandlungen. N. F. IV. Band, 2.—4. Heft; V. Band, 1. Heft. Würzburg, 1873; 8^0.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 43—44. Wien, 1873; 4^0.

Instituut, Koninkl., voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch Indië: Bijdragen. III. Volgreeks. VIII. Deel, 1^e Stuk. 's Gravenhage, 1873; 8^0.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie & verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XL, Heft 2—3. Speyer, 1873; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 22. Graz, 1873; 4°.

Lesehalle, Akademische, in Wien: III. Jahresbericht über das Vereinsjahr 1873. Wien; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band. 1873. Heft X. Gotha; 4°.

Nature. Nrs. 208—209, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VII, Nr. 3; Vol. VIII, Nr. 5. Torino, 1873; 4°.

Revista de Portugal e Brazil. Nr. 1. Outubro de 1873. Lisboa; 4°.

„**Revue** politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger." IIIe Année, 2me Série, Nrs. 17—18. Paris, 1873; 4°.

Smith, J. Lawrence, Mineralogy and Chemistry. Original Researches. Louisville, Ky., 1873; 8°.

Société Linnéenne du Nord de la France: Bulletin mensuel. Nrs. 10—16. 1873. Amiens; 8°.

— — de Bordeaux: Actes. Tome XXVIII. Troisième Série: Tome VIII, 2e Partie. Paris & Bordeaux, 1872; 8°.

— des Ingénieurs civils: Mémoires et Compte rendu des travaux. 3e Série. 26e Année, 2e Cahier. Paris, 1873; 8°.

— Ouralienne d'amateurs des sciences naturelles: Bulletin. Tome I. 1er Cahier. Jekaterinoslaw, 1873; 8°.

Society, The Royal Geological, of Ireland: Journal. Vol. XIII. Parts 2 & 3. (Vol. III, Parts 2 & 3. New Series.) London, Dublin, Edinburgh, 1872 & 1873; 8°.

Upsala, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1872/3. 4° & 8°.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftl. Veterinärkunde. XL. Band, 2. Heft. Wien, 1873; 8°.

Verein, naturforschender, in Brünn: Verhandlungen. XI. Band. 1872. Brünn, 1873; 8°.

Weyr, Emil, Die Lemniscate in razionaler Behandlung. Prag, 1873; 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang. Nr. 43—44. Wien, 1873; 4°.

XXVI. SITZUNG VOM 13. NOVEMBER 1873.

Herr Prof. Dr. L. Pfaundler in Innsbruck übersendet eine Abhandlung: „Über einen Apparat zur Demonstration der Zusammensetzung beliebiger rechtwinklig auf einander stattfindender Schwingungen.“

Herr Director Dr. Jos. Stefan überreicht den theoretischen Theil seiner Abhandlung: „Versuche über die Verdampfung“.

Herr Regierungsrath Dr. K. v. Littrow berichtet über die neuerliche Entdeckung eines teleskopischen Kometen, welche Herrn Coggia in Marseille am 10. November d. J. gelungen ist.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie, königl., gemeinnütziger Wissenschaften zu Erfurt: Jahrbücher. Neue Folge. Heft VII. Erfurt, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1962. (Bd. 82. 18.) Kiel, 1873; 4°.

Bericht des k. k. Krankenhauses Wieden zu Wien vom Jahre 1871. Wien, 1873; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 17. Paris, 1873; 4°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Bd., Nr. 21. Wien, 1873; 4°.

— böhmische, chemische: Berichte. IV. Heft. Prag, 1873; 8°.

— der Wissenschaften, Oberlausitzische: Neues Lausitzisches Magazin. L. Band, 1. Heft. Görlitz, 1873; 8°.

— naturhistorische, zu Hannover: XXII. Jahresbericht. Hannover, 1872; 8°.

— physikalisch - ökonomische, zu Königsberg: Schriften. XIII. Jahrgang. 1872. II. Abtheilung. Königsberg; 4°. — Geologische Karte der Provinz Preussen. Sect. 12. Danzig. Folio.

Gesellschaft, Deutsche, für Natur- und Völkerkunde Ostasiens: Mittheilungen. I. Heft. Mai 1873. Yokohama; 4⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 45. Wien, 1873; 4⁰.

Institute, The Anthropological, of Great Britain and Ireland: Journal. Vol. II, Nr. 3. London, 1873; 8⁰.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie etc., von Alex. Naumann. Für 1871. I. Heft. Giessen, 1873; 8⁰.

Kasan, Universität: Bulletin et Mémoires. 1873. Nr. 1. Kasan, 1872; 8⁰.

Keller, Filippo, Ricerche sull' attrazione delle montagne con applicazioni numeriche. Parte II[da]. Roma, 1873; 8⁰.

Koninck, L. G. de, Monographie des fossiles carbonifères de Bleiberg en Carinthie. Bruxelles & Bonn, 1873; 4⁰.

Mojsisovics v. Mojsvár, Edmund, Das Gebiet um Hallstatt. I. Theil: Die Mollusken-Faunen der Zlambach- und Hallstätter Schichten. (Abhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. Band VI.) Wien, 1873; 8⁰.

Moniteur scientifique du D[teur] Quesneville. 383[e] Livraison. Paris, 1873; 4⁰.

Montigny, Ch., Mesures d'altitude barométriques prises à la tour de la cathédrale d'Anvers, sous l'influence de vents de vitesse et de directions différentes. Bruxelles, 1873; 8⁰.

Nature. Nr. 210, Vol. IX. London, 1873; 4⁰.

Observatory of Trinity College, Dublin: Astronomical Observations and Researches. II[d] Part. Dublin, 1873; 4⁰.

Onderzoekingen gedaan in het physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. III. Reeks. II. Aflev. 2. Utrecht, 1873; 8⁰.

Raspail, F. V., Almanach et Calendrier météorologique pour l'année 1874. Paris & Bruxelles; 12⁰.

Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". III[e] Année, 2[me] Série, Nr. 19. Paris, 1873; 4⁰.

Rostock, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1871—1873. 8⁰, 4⁰ & Folio.

Société Royale des Sciences de Liége: Mémoires. II[e] Série. Tome III. Liége, Bruxelles & Paris, 1873; 8⁰.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XXe. 1873. Re bibliographique B. Paris; 8⁰.

Virlet d'Aoust, Les origines du Nil. Paris, 1872; 8⁰.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. Wien, 1873; 4⁰.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vere XXV. Jahrgang, 13. Heft. Wien, 1873; 4⁰.

XXVII. SITZUNG VOM 20. NOVEMBER 1873.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Über das Verhalten der rothen Blutkörperchen zu einigen Tinctionsmitteln und zur Gerbsäure“, vom Herrn Michael Laptschinsky aus St. Petersburg, eingesendet und empfohlen durch Herrn Prof. Dr. A. Rollett in Graz.

„Über die beim Zusammentreffen von Aceton, Brom und Silberoxyd entstehenden flüchtigen Fettsäuren“, von dem c. M. Herrn Prof. Dr. Ed. Linnemann in Brünn.

„Nachtrag zur Abhandlung über den Gleichgewichtssinn“, von dem c. M. Herrn Prof. Dr. E. Mach in Prag.

„Über die Mitbewegung des Lichtes in bewegten Mitteln“, vom Herrn Capitular Karl Puschl in Seitenstetten.

„Über einige Erscheinungen des Ozons, Wasserstoffhyperoxyds und salpetersauren Ammoniaks“, vom Herrn Heinrich Struve, Collegienrath in Tiflis.

Herr Prof. Dr. Ed. Suess legt eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung: „Über die Erdbeben des südlichen Italien“ vor.

Herr Prof. Dr. Edm. Weiss erstattet einen vorläufigen Bericht über seine ersten Untersuchungen in Betreff der Identität des neuen von Coggia und Winnecke entdeckten Kometen mit dem Kometen 1818. I.

Herr Franz Toula, Prof. an der Gumpendorfer Communal-Realschule überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Kohlenkalkfossilien von der Südspitze von Spitzbergen“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Juni 1873. Berlin; 8°.

Aoust, Analyse infinitésimale des courbes planes etc. Paris, 1873; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 32. Wien, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1963 (Bd. 82. 19.) Kiel, 1873; 4°.

Cornalia, Emilio, Osservazioni sul *Pelobates fuscus* e sulla *Rana agilis* trovate in Lombardia. Milano, 1873; 8°.

Correnti, Cesare, Discurso pronunziato nell' adunanza generale solenne della Società Geografica tenuta il giorno 30 Marzo nella R. Università di Roma. Roma, 1873; 4°.

Crocq, J., De la production et du mécanisme des positions dans les malades articulaires. Bruxelles, Paris, Londres, Leipzig, 1856; 8°. — Le vaccin amène-t-il la dégénérescence de l'espèce humaine? Bruxelles, 1857; 8°. — De l'action thérapeutique et des applications pratiques du nitrate acide d'argent. Bruxelles, 1858; 8°. — Étude sur l'ophthalmie contagieuse dite militaire. Bruxelles, 1859; 8°. — De la pénétration des particules solides à travers les tissus de l'économie animale. Bruxelles, Paris & Leipzig, 1859; 8°. — Discours prononcé à l'Académie Royale de Médecine de Belgique, dans la discussion sur les amputations. Bruxelles, 1860; 8°. — Du développement de la matière tuberculeuse dans la cavité utérine. Bruxelles, 1860; 8°. — Note sur les inhalations de poussière de charbon appliquées au traitement de la phthisie pulmonaire. Bruxelles, 1863; 8°. — De l'Anthracose pulmonaire etc. Bruxelles, 1862; 8°. — De la contagion du Choléra. Bruxelles, 1866 & 1872; 8°. — Compte rendu des travaux relatifs aux sciences anatomiques et physiologiques à la physique et à la chimie médicales pendant la période 1841—1866. Bruxelles, 1867; 8°. — Compte rendu général des travaux de l'Académie R. de Médecine de Belgique, fait à l'occasion du 25me anniversaire de sa fondation. Bruxelles, 1867; 8°. — De la vaccine, des revaccinations et de la vaccination animale. Bruxelles, 1870; 8°.

Des Moulins, Charles, Fragments zoologiques. Nr. III. Un crinoide tertiaire dans la Gironde. Nr. IV. Sur un Spatangue du miocène supérieur de Saucats etc. Bordeaux, 1872; gr. 8°

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XVI (neuer Folge VI), Nr. 10. Wien, 1873; 8°.

— Astronomische, in Leipzig: Vierteljahresschrift. VIII. Jahrgang, 2. Heft. Leipzig, 1873; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 46. Wien, 1873; 4°.

Hauer, Franz Ritter von, Geologische Übersichtskarte der österreichisch-ungarischen Monarchie. Blätter Nr. IV, VII, VIII, IX, XI und XII, nebst erläuterndem Text. Wien, 1872. Folio & 4°.

Institut Royal Grand-Ducal de Luxembourg: Publications. Section des Sciences naturelles et mathématiques. Tome XIII. Luxembourg, 1873; 8°.

Istituto, R., di studi superiori di Firenze: Memorie del R. Osservatorio ad Arcetri. Tomo I., Nr. 1. Firenze, 1873; 4°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band VII, Nr. 5—8. Leipzig, 1873; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 23. Graz, 1873; 4°.

Lehmann, Otto, Revolution der Zahlen, die Seh in Schrift und Sprache eingeführt. Leipzig, 1869; 8°. — I. und II. Beiblatt zu Revolution der Zahlen. Leipzig, 1870 & 1872; 8°. — Logarithmen, gewöhnliche und trigonometrische für die Grundzahl Seh. Leipzig, 1873; 8°.

van der Mensbrugghe, G., Sur la tension superficielle des liquides considérée au point de vue de certains mouvements observés à leur surface. II[d] Mémoire. Bruxelles, 1873; 4°.

Mittheilungen des k. k. technischen und administrativen Militär-Comité. Jahrgang 1873, 7. & 8. Heft. Wien; 8°.

Nature. Nr. 211, Vol. IX. London, 1873; 4°.

Penn, The Monthly. Devoted to Literature, Science, Art and Politics. Vol. IV, Nr. 44. Philadelphia, 1873; gr. 8°.

Regel, E., *Conspectus specierum generis vitis regiones Americae borealis, Chinae borealis et Japoniae habitantium. Petropoli, 1873;* 8°.

Revista de Portugal e Brazil. Nr. 2. Lissabon, 1873; 4°.

Riccardi, Pietro, Intorno ad alcune rare edizioni delle opere astronomiche di Francesco Capuano da Manfredonia. Modena, 1873; 4°.

Società Italiana di Antropologia e di Etnologia: Archivio. III° Vol., fasc. 3° e 4°. Firenze, 1873; 8°.

Societät, physikalisch-medicinische, zu Erlangen: Sitzungsberichte. 5. Heft. November 1872 bis August 1873. Erlangen, 1873; 8°.

Société Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XVII° Année, Nrs. 5—7. Constantinople, 1873; 4°.

— Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Année 1873, Tome XLVI, Nr. 2. Moscou; 8°.

Society, The Chemical, of London: Journal. Ser. 2, Vol. X. December 1872; Vol. XI, February—July 1873. London; 8°.

— The Zoological, of London: Transactions. Vol. VIII, Parts 3 & 4. London, 1872 & 1873; 4°. — Proceedings. Index. 1861—70. London, 1872; 8°.

Stadler, Rudolf, Die Wasserversorgung der Stadt Wien in ihrer Vergangenheit und Gegenwart. Denkschrift zur Eröffnung der Hochquellen-Wasserleitung im Jahre 1873. Wien, 1873; 4°.

Verein für Naturkunde zu Zwickau: Jahresbericht. 1871 & 1872. Zwickau, 1872 & 1873; 8°.

Whitley Partners von neuem durchgesehener, illustrirter und beschreibender Katalog von verbesserten, erfolgreichen europäischen und amerikanischen mechanischen Erfindungen etc. Leeds, 1873; 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 46. Wien, 1873; 4°.

Wolf, Rudolf, Astronomische Mittheilungen. XXXIII. Zürich; 8°.

Zepharovich, Victor, Ritter von, Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Österreich. II. Band. 1858—1872. Wien, 1873; 8°.

Kohlenkalk-Fossilien von der Südspitze von Spitzbergen.

Von **Franz Toula,**

Professor an der Communal-Realschule im VI. Bezirk in Wien.

(Mit 5 Tafeln.)

Herr Oberlieutenant Julius Payer brachte von der unter der Führung des Herrn Schiffslieutenant Ant. Weyprecht glücklich zu Ende geführten Vorexpedition im Jahre 1871 eine nicht unbedeutende Menge von Gesteinshandstücken und Petrefacten nach Wien, welche er theils auf der grossen Insel am Süd-Cap von Spitzbergen, theils an der Westküste des Stor Fjordes, theils endlich auf Hope Island zu sammeln Gelegenheit hatte. Die Fossilien der ersten Localität gehören dem Kohlen- oder Bergkalke an, während die anderen mesozoischen Alters sind.

Professor Dr. Ferdinand v. Hochstetter übernahm die Sammlung in Verwahrung, bis über ihre endgiltige Bestimmung entschieden werden wird, und überliess mir auf mein Ansuchen das Material zur wissenschaftlichen Bearbeitung.

Am reichhaltigsten ist der Theil, welcher von der Westküste der grossen Insel am Süd-Cap stammt und im Nachfolgenden bearbeitet ist.

Herr Oberlieutenant J. Payer gibt über die Lagerungsverhältnisse dieser Localität folgende Angaben: Auf einem schwarzen schieferigen Gesteine mit NNW. Streichungsrichtung liegt ein ungemein petrefaktenreicher, grauer, beim Verwittern bräunlich werdender Quarzsandstein mit kalkigem Bindemittel.

Die zahlreichen Fossilien dieser Schichte sind zum grössten Theile nur als Steinkerne erhalten. Die vorherrschenden Formen sind dickschalige Productiden, sodann *Spirifer*-Arten und *Streptorhynchus crenistria* Phill. Der Erhaltungszustand ist nicht der beste.

Das Liegendgestein ist ein schwarzer Kalkschiefer, bestehend aus dünnen Kalkschichten, welche durch glimmerige Zwischenmittel getrennt sind. Stellenweise scheinen die Kalkschichten dickere Bänke zu bilden. Auch Neigung zur Nagelkalkbildung scheint vorhanden zu sein. Der schwarze Kalk ist hart und kieselig.

Der petrefaktenreiche Sandstein dürfte der oberen Abtheilung der Bergkalk-Formationen und zwar der von Professor Nordenskiöld[1] mit Nr. 4 bezeichneten Etage angehören, welche er an der Nordküste des Bel-Sundes als ganz ausgezeichnet fossilienreich beschreibt. Bemerkenswerth ist, dass die dickschaligen Productiden auch für die obere Abtheilung des Bergkalkes der Bären-Insel[2] charakteristisch sind.

Auf der schönen geologischen Karte, welche Professor Nordenskiöld von Spitzbergen angefertigt hat, ist die grosse Insel am Süd-Cap ohne geologische Bezeichnung geblieben.

Terebratula hastata Sow. var.

(Taf. I, Fig. 1 *a—g*.)

Unsere Exemplare stimmen in der äusseren Form mit der von Th. Davidson (British fossil Brachiopoda) Taf. 49, Fig. 21, abgebildeten Zwischenform von *T. hastata* Sow. zu *T. vesicularis* Dav. aus dem Kohlenkalke von Bowertrapping in Schottland überein, nur fällt die grösste Breite unserer Form mehr gegen den Stirnrand hin und ist die kleinere Klappe am Schlossrand in eine Spitze ausgezogen, welche aber, wie bei der citirten Abbildung von zwei seitlichen Furchen begleitet ist. Die grosse Klappe ist bei allen Exemplaren mit einer deutlichen Mittelrinne versehen. Diese ist in der Schnabelhälfte deutlich ausgeprägt, während sie gegen den Stirnrand hin verschwindet; am tiefsten ist sie in der Mitte des Steinkernes; ihr entsprach eine wenig vorragende Leiste in der grösseren Schale. Ausser dieser Mittelfurche sind an der Schlosslinie noch zwei kurze Seitenfurchen vorhanden. Die grosse Klappe ist ausserdem ihrer ganzen Ausdehnung

---

[1] Nordenskiöld: Sketch of the Geology of Spitzbergen.

[2] Oswald Heer: On the Carboniferous Flora of Bear Island. Quart. Journ. geol. soc. 1873, pag. 161—172.

nach muldig vertieft und zwar bei verschiedenen Stücken verschieden stark, immer aber am Stirnrande noch so merklich, dass eine schwache Lappung gegen die kleinere Klappe hin eintritt. Der Stirnrand ist halbkreisförmig.

Auf jeden Fall haben wir es mit einem weiteren Gliede in der von Davidson (l. c. pag. 213) besprochenen Formenreihe der *Terebratula hastata* Sow. zu thun. Die *Terebratula sacculus* Martin, welche von Davidson als Modification auch hieher gestellt wird (l. c. Taf. I, Fig. 23, 27, 29, 30 abgebildet) und *Terebratula Gillingensis* Dav. (l. c. Taf. III, Fig. 1) sind nahe verwandte Formen, doch unterscheidet sich erstere durch eine deutlichere Lappung des Stirnrandes, letztere durch die weniger gewölbten Klappen; bei den Figuren l. c. Taf. I, Fig. 18 bis 20, zeigt sich sogar eine auffallende Depression der kleinen Klappe in der Nähe des Stirnrandes.

Mit *Terebratula vesicularis* de Kon. ist eine Verwechslung nicht möglich wegen der ausgezeichneten Faltenbildung des Stirnrandes dieser Art.

Schliesslich sei noch auf die grosse Formähnlichkeit der *Terebratula elongata* Schloth. var. *sufflata* (Davidson: the permian Brachiopoda pag. 10, Taf. I u. II) hingewiesen, wie dies schon von mehreren Autoren (z. B. Prof. King und M'Coy) geschehen ist: die beiden seitlichen kurzen Furchen der grossen Klappe, welche vom Schlossrande herüberziehen, sind auch bei der besagten Art (l. c. Taf. I, Fig. 16, 17) deutlich sichtbar.

Die typische Form von *Terebratula hastata* Sow., wie sie Philipps (Illustrations of the Geology of Yorkshire) Taf. XII, Fig. 1, abbildet, ist weitaus grösser.

Die Dimensionen unserer Form sind:

das grösste Exemplar	16	Mm.	lang,
	11	"	breit,
	9	"	hoch;
das kleinste "	12	"	lang,
	10	"	breit.

Spirifer striatus Martin sp.

Von dem echten *Spirifer striatus* Martin, dieser, für den Kohlenkalk so bezeichneten Form, liegen mir Bruchstücke von grossen Exemplaren vor. Eines derselben stimmt in Bezug auf die allgemeine Form und die Beschaffenheit der Rippen mit dem von Davidson (brit. Carb. Brach.) Taf. III, Fig. 4, abgebildeten Stücke überein.

Die grosse Schale besitzt einen tiefen Sinus, und die Rippen zeigen bei gleicher Stärke derselben eine auffallende Anordnung zu Bündeln.

Die anderen Stücke stimmen in Bezug auf den Schnabel der grossen Klappe, die Grösse der Area und die grosse deltaförmige Öffnung in derselben mit der von Davidson (l. c. Taf. III, Fig. 5) abgebildeten Form von Cornacarron in Irland überein, an welcher auch die Bündelung der Rippen deutlicher hervortritt.

Professor Quenstedt weist in seiner Petrefaktenkunde Deutschlands, II. Bd. pag. 508, auf die Ähnlichkeit hin, welche in Bezug auf die Zahnstützen zwischen *Spirifer striatus* Mart. und *Spirifer paradoxus* Schloth. besteht. Diese Ähnlichkeit tritt bei einem der Exemplare von Spitzbergen Taf. I, Fig. 2 *a, b* noch deutlicher hervor, indem hier ausser der übereinstimmenden Beschaffenheit der Zahnstützen (es ist leider nur eine angedeutet), auch die Form des Steinkernes auffallende Ähnlichkeit zeigt mit dem des *Spirifer paradoxus* Schloth. sowohl, als auch, und zwar in noch erhöhtem Grade, mit der von Quenstedt (l. c.) Taf. 52, Fig. 42 *a*, abgebildeten, und *Spirifer paradoxoïdes* genannten Form. Übrigens zeigt unser Steinkern ein ganz anderes Verhalten zur Schalenrippung, er ist nämlich, bis auf einige wulstähnliche Erhöhungen, vollkommen glatt, während er bei *Spirifer paradoxoïdes* Quenst. Rippung zeigt.

Quer über die, auf das deutlichste dreizählig angeordneten Rippen zieht sich eine tiefe Furche; sie zeigt äusserlich die Grenze der inneren Schnabelwülste an, welche mich veranlassen, dieses Exemplar als

Spirifer striato-paradoxus nov. sp.

von *Spirifer striatus* Mart. abzutrennen, welche Trennung aber erst durch ein reichhaltigeres Untersuchungsmateriale ausführlich begründet werden kann.

Die Area dieser Form zeigt Spuren einer mit der Schlosslinie parallelen Streifung und feine darauf senkrechte Linien, ähnlich so wie dies bei *Spirifer distans* Sow. der Fall ist.

Erwähnung verdient noch die eigenthümliche Verkieselungserscheinung eines grossen, hieher gehörigen Bruchstückes (Taf. I, Fig. 2 *c*). Die Schale scheint nämlich aus einzelnen nebeneinander liegenden, ihrerseits rosettenartig blätterigen Partien zu bestehen, deren lamellare Structur auf das deutlichste hervortritt. Über diese aus Chalcedon bestehenden Rosetten hin sieht man die verwischten Rippen ziehen.

Dimensionen: Mittleres Exemplar von *Spirifer striato-paradoxus* nov. sp.:

	grosse Klappe	74	Mm.	breit,
		37	„	lang.
Spirifer striatus,	grosse Klappe	90	„	breit,
		40	„	lang.

Der Schnabelwulst von *Spirifer striato-paradoxus* 20 Mm. breit. 28 Mm. lang.

Spirifer Wilczeki nov. sp.

(Taf. I, Fig. 3.)

Ich war anfangs geneigt, die in ziemlich grosser Anzahl vorliegenden Exemplare dieser Art als *Spirifer bisulcatus* Sow. var. zu beschreiben, die eingehendere Vergleichung hielt mich jedoch davon ab.

Der Unterschied liegt in der ganz verschiedenen Rippung der Schale. Während nämlich bei *Spirifer bisulcatus* Sow. (Davidson brit. Carb. Brach. pag. 31, Taf. 4—6) die Theilung oder Bündelung der Rippen zu den Seltenheiten gehört, ist sie bei allen unseren Stücken Regel. Die am nächsten stehende Form ist l. c. Taf. VI, Fig. 12 *b* abgebildet, sie zeigt Zweitheilung bei einigen der Rippen. In Bezug auf die Gestalt der

Schale stimmt unsere Art mit *Spirifer bisulcatus* Sow. überein. Die Schlosslinie ist nur wenig kürzer als die grösste Schalenbreite, der Wirbel der grossen Schale ist stark gekrümmt und dem der kleineren ziemlich genähert. Letztere ist weniger gewölbt als die grosse Klappe, und zeigt einen wenig auffallenden Mittelwulst. Die Area ist von mittlerer Weite und mit, auf der Schlosslinie senkrecht stehender Streifung versehen. Die Rippen der kleinen Klappe sind gegen die Schnabelspitze hin zu zwei oder drei in eine verschmolzen, während sie am Stirnrand durch Furchen deutlich geschieden sind. Zwischen den einzelnen Bündeln sind die Furchen stärker vertieft. Die zwei auf der Schalenmitte befindlichen Bündel sind durch einen weiteren Zwischenraum geschieden. Die grosse Klappe ist in einen verhältnissmässig grossen Schnabel ausgezogen, in dessen Mitte eine Furche beginnt, welche sich weiterhin gegen den Stirnrand zu sehr erweitert und vertieft, und an beiden Seiten von Rippenbündeln begrenzt ist. Die Rippen sind zu dreien in je einen Bündel vereiniget und zwar so, dass in der Regel die mittlere gröber ist und von zwei seitlichen schwächeren begleitet wird. Die den Sinus begrenzenden Bündel sind sehr grobrippig, die darauf folgenden werden allmälig zarter. An den stark abgewitterten Stücken sind die seitlichen ferneren Rippen der einzelnen Bündel verwischt, so dass sodann die Klappe mit 16—20 schön gerundeten derben Rippen bedeckt erscheinen, an denen man nur bei genauerer Betrachtung die Entstehung aus den Rippenbündeln erkennt.

Spirifer duplicosta Phill. (Davidson brit. Carb. Brach. Taf. IV, Fig. 3—11) ist ebenfalls eine verwandte Art, er zeigt bei viel zarterer Rippung eine erst in der Nähe des Stirnrandes auftretende Theilung der Rippen.

Die l. c. Fig. 4 als Varietät von *Spirifer duplicosta* Phill. abgebildete Form zeigt unter allen anderen noch die grösste Ähnlichkeit.

Die Schalen zeigen dieselbe rosettenartige Exfoliation, wie dies bei *Spirifer striato-paradoxus* angegeben wurde.

Dimensionen: Die grosse Klappe von einem grossen Exemplare ist circa 60 Mm. breit und 46 Mm. lang.

Das Fossil wurde nach dem hochherzigen Förderer der österreichischen Polar-Forschungen, dem Herrn Grafen Hans Wilczek, benannt.

Spirifer spec. ind.

Taf. II, Fig. 1 u. 2.

Es liegen einige Steinkerne vor, deren nähere Artbestimmung nicht möglich ist. Auf jeden Fall gehören sie einer Form an, welche durch einfache und sehr derbe Rippen ausgezeichnet ist. An einem dieser Stücke, Taf. II, Fig. 2 (einer kleinen Klappe) zeigen sich einige anzuführende Details. Die Rippen sind ziemlich von gleicher Stärke und in gleichen Abständen angeordnet, nur die beiden mittleren sind auffallend weiter von einander entfernt und zeigen die, durch feine Furchen und zarte Leisten markirten Ansatzstellen der Schliessmuskeln, und zwar ziemlich in der Mitte der Schale. Am Schnabel erweitert sich die Medianfurche etwas und wird hier von zwei stumpfen Höckern begrenzt, gegen welche die Rippen zusammenlaufen.

Bei einem anderen sehr grossen Steinkerne Taf. II, Fig. 1, sind die zwei mittleren Rippen besonders gross, die beiderseits darauffolgenden sind einfach, die nächsten aber zeigen Dichotomie. Dieses Stück erinnert etwas an *Spirifer avicula* Strltzk. (Physical Description of New South Wales and Van Diemensland Taf. XVII, Fig. 6.)

Dimensionen des grossen Stückes: 55 M. breit, circa 55 Mm. lang.

Rhynchonella (Camarophoria) crumena Martin sp.

Von einem *Rhynchonella*-artigen Fossil liegt mir ein unvollständiges Exemplar vor, welches mit der von Davidson abgebildeten Form, l. c. Taf. XXV, Fig. 9, übereinzustimmen scheint. Es ist eine grosse Klappe, welche die charakteristische, flach concave Form zeigt und circa 22 vom Stirnrande bis über die Mitte der Schale verlaufende, den Schnabel aber nicht erreichende, ziemlich gleich starke Rippen trägt. Der Schnabel ist verlängert und etwas übergekrümmt. Die Schale hat einen dreiseitigen Umriss und ist breiter als lang.

Dimensionen: grösste Breite 13 Mm., Länge circa 10 Mm.

Orthis Keyserlingiana de Kon?

de Koninck: Description anim. foss. Carb. Belgique Taf. XIII. Fig. 12.
Davidson: Brit. Carb. Brachiopoda. Taf. XXVIII, Fig. 14.

Von Spitzbergen liegt ein Fossil vor, welches in seiner Form am besten mit *Orthis Keyserlingiana* de Kon. übereinstimmt. Da nur eine grosse Klappe vorliegt, erlangt aber die Bestimmung nicht die volle Sicherheit. Der Umriss ist subquadratisch. Von dem wenig vorragenden Schnabel ausgehend, zieht sich ein tiefer Sinus mitten über die Schale hin und verbreitert sich gegen den Stirnrand. Die Schalensculptur ist sehr unvollständig erhalten, doch scheint eine zarte Streifung und eine concentrische Furchung vorhanden gewesen zu sein. Die deutlich sichtbare Punktirung des Steinkernes deutet auf die feinen Röhrchen hin, welche nach Davidson (l. c. pag. 132) die Schale durchbohrten.

Dimensionen der grossen Klappe: 17 Mm. breit, 14 Mm. lang und 4 Mm. hoch.

Streptorhynchus crenistria Phill. sp.

(Taf. III.)

Synonyme bis 1863 in Davidson (Brit. Carb. Brachiopoda).
1871 *Orthis umbraculum* Quenst. Brachiopoden pag. 574, 578.
1873 *Orthothetis crenistria* de Koninck (Carbon. Foss. de Bleiberg).

Dieses weit verbreitete Fossil gehört auch unter den Brachiopoden von Spitzbergen zu den häufigen, es liegen mir davon eine grössere Anzahl von Exemplaren vor (zum grössten Theile Steinkerne), welche sich gegenseitig so ergänzen, dass über die Form des Thieres manches Detail gegeben werden kann. Der allgemeine Umriss ist fast kalbkreisförmig, nur tritt in Folge der Mittelfurche der kleinen Schale eine Ausrandung am Stirnrande ein, wie dies bei der von Davidson (l. c.) Taf. XXVII, Fig. 8 abgebildeten *Streptorhynchus crenistria* var. *Kellii* M'Coy von Monagham in Irland der Fall ist. Der Schlossrand ist gerade um etwas kürzer als die grösste Breite der Schale. Der Schlossapparat ist an den Steinkernen zum Theile ersichtlich. Zu jeder Seite des Wirbels der kleinen Schale zieht sich eine sehr tiefe Furche hin.

Die Area der grossen Schale ist weit, dreieckig und undeutlich gestreift, die dreieckige Schale ist mit einer convex gewölbten, parallel zum Schlossrand gestreiften Platte, dem *Pseudo-Detidium*, gedeckt. Die Area der kleineren Klappe ist linear. Diese ist convex gewölbt, aber in der Nähe des Schlosses eingedrückt und auf der Mitte mit einer bei verschiedenen Stücken sehr verschieden ausgebildeten Vertiefung versehen, die gegen den Stirnrand zu besonders weit ist, während sie in der Nähe des Schnabels verschwindet.

Diese Klappe ist ausserdem radial gestreift und mit einigen (4—5) seichten und weiten concentrischen Furchen versehen. Die dem Wirbel zunächst liegende umgrenzt den Raum der Muskeleindrücke, welche sich als nicht allzu deutliche lineare, etwas verästelte, unregelmässig vertheilte Furchungen zeigen.

Die grosse Schale ist in der Nähe des kurzen Schnabels convex gewölbt, vertieft sich aber gegen die Mitte zu. Die Vertiefungen sind aber, ebenso wie die Wölbungen der kleinen Klappen, nicht ganz regelmässig, und durch einen deutlich entwickelten, bis zum Stirnrand sich erstreckenden flachen Rücken in zwei Längsgruben geschieden.

Die Schalen selbst sind von ziemlicher Dicke (bei einem unserer Stücke bis 3 Mm. dick) und mit Falten versehen. Aber auch diese sind nicht regelmässig und von verschiedener Stärke. Schalenabdrücke lassen gegen den Stirnrand eine dichotomische Theilung der Rippen erkennen, sowie die Neigung zu einer Bündelung derselben.

Auf den Steinkernen zeigen sich die Eindrücke gegen den Rand deutlich ausgedrückt, gegen den Schnabel hin werden sie aber allmälig verwischt. Die Steinkerne zeigen recht interessante Muskeleindrücke. In der Mittellinie der Schale befindet sich eine tiefe Furche, welche sich gegen den Schnabel hin sehr erweitert. Sie erstreckt sich bis in die Mitte der Klappe. Ausserdem sind zwei seitliche gekrümmte, grubig vertiefte Eindrücke vorhanden. Diese umgrenzen den convexen Schalentheil und repräsentiren die Ansatzstellen der Schliessmuskeln. Sie zeigen im Allgemeinen einen blattförmigen Umriss und sind auf der Oberfläche von Furchen durchzogen, unter denen einige besonders hervortreten.

Die von Davidson l. c. (Taf. 53, Fig. 3) gegebene schöne Abbildung der Muskeleindrücke stimmt mit den an den Exemplaren von Spitzbergen wahrnehmbaren Eindrücken nicht überein — doch ist hier eine kurze tiefe Furche auf das deutlichste zu beobachten.

Streptorhynchus crenistria ist wohl eines der verbreitetsten Carbonfossilien, man kennt diese Form nun schon aus England, Schottland, Irland, Belgien, Amerika (Keokuk, Iowa, Warasow, Narrao, St. Claircountry, Illinois etc.), Indien (Mooiakhade und Pendschab), von Australien (Tasmanien) und Spitzbergen.

Dimensionen: am Schlossrand 80 Mm. breit, grösste Breite 90 Mm., Länge der grossen Schale 64 Mm., die der kleinen Schale 56 Mm., Höhe der kleinen Klappe 14 Mm.

Strophalosia spec. ind.

(Taf. II, Fig. 5.)

Es liegen mir einige Stücke vor, welche in Bezug auf die Gestalt des Umrisses und der Grösse an *Orthis Michelini* Léveillé erinnern (Davidson brit. Carb. Brach. XXX, Fig. 6 bis 12). Doch ist die Sculptur und Krümmung der Schale eine andere. Von einem Exemplar ist eine kleine Schale gut erhalten; diese zeigt eine kurze Schlosslinie und ist an dem Stirnrande wohl dreimal so breit. Die Oberfläche ist flach, sogar etwas concav, mit concentrischen Streifen versehen und über und über mit kleinen Tuberkeln bedeckt, den Röhren-Ansatzpunkten entsprechend. Letztere Eigenschaft dürfte die Bestimmung der Gattung erlauben. Ein Abdruck der Innenfläche einer kleinen Klappe zeigt den Schlossapparat ganz gut: Eine Furche zieht vom Schlossrande gegen die Mitte der Schale, sie vertieft sich am Schlosse selbst und ist hier jederseits von einer Grube begleitet; die zwei kurzen Leisten entsprechen den, die Schlosszähne der grossen Klappe aufnehmenden Schlossgruben. Über diesen sind weitere zwei Gruben sichtbar, welche durch eine mittlere Leiste von einander geschieden sind.

An beiden Seiten der Mittelfurche (einer Leiste entsprechend) sind zwei seichte Eindrücke bemerklich, die den Schliess-

muskel-Ansätzen entsprechen, ausserdem nur noch unbedeutende Vertiefungen.

Dimensionen: grösste Breite 24 Mm., Breite am Schlossrande 11 Mm., Länge der kleinen Schale 23 Mm.

Productus Payeri nov. spec.

(Taf. IV, Fig 1, 2, 3.)

Das häufigste unter den vorliegenden Fossilresten von der Südspitze Spitzbergens ist ein *Productus*, dessen grosse Steinkerne den inneren Bau recht vollständig erkennen lassen. Über die Beschaffenheit der Schalenoberfläche geben einige Stücke, an denen die kleinen Klappen erhalten sind, einige Aufschlüsse. Sie waren sehr dick, denn bei einem Bruchstücke ist die Schale trotz weit vorgeschrittener Verwitterung noch fast einen halben Zoll mächtig.

Die Gestalt des Umfanges ist von der kleinen Klappe her betrachtet, fast rechteckig, mit gekrümmten Stirn- und Seitenrändern und vorwaltender Längendimension, die Schlosslinie von gleicher Länge mit der grössten Schalenbreite. Der ungemein kräftige Schnabel ragt weit über den Schlossrand hinaus. Die kleine Klappe ist flach und zeigt zwei seitliche Vertiefungen welche ähnlich wie bei *Productus pustulosus* Phill. (de Koninck: *Productus* und *Chonetes*, Taf. XIII, Fig. 6) durch einen sanft gewölbten mittleren Kamm von einander verschieden sind. Dieser erstreckt sich bis an den Stirnrand. Die Oberfläche erscheint gegen den Schlossrand zu glatt oder doch nur fein gestreift, gegen die übrigen Ränder hin aber ähnlich wie *Productus punctatus* Mart. sp. zart punktirt. Auch concentrische Linien sind angedeutet.

Die grosse Klappe zeichnet sich durch die kühne Wölbung aus. Dies zeigt sich am schönsten bei der Ansicht gegen den Schlossrand zu. Die Schale steigt von den Seitenrändern bei unveränderten Exemplaren unter einem Winkel von 80 Grad an, bis die Höhe fast der grössten Schalenbreite gleich ist, sie wölbt sich sodann jederseits in Form eines Viertelkreises von kleinem Halbmesser über, um auf der Mitte einen tiefen Sinus zu bilden. Ursache dieser ungemein starken Wölbungen sind die sehr stark

entwickelten, mit tiefer Längsfurchung versehenen Schlossmuskel-Ansatzstellen. Im Grunde der zwischen diesen Muskelwülsten gelegenen tiefen Einsenkung liegen die schön verzweigten, „blumigen", Schliessmuskel-Ansätze, die auf stärker abgewitterten Stücken besonders schön zu sehen sind. Vor diesen Eindrücken befinden sich tiefe Furchen, welche durch einen mittleren Kiel von einander getrennt sind, und zwar liegen beiderseits eine tiefere zunächst dem Kiel, und eine kürzere und weniger tief eingegrabene gegen die Muskelwülste hin. Der Schnabel selbst ist glatt, ohne deutliche Eindrücke. Vom Schlossrande ist er jederseits durch eine tiefe Rinne geschieden. Hinter den gestreiften Muskelwülsten zieht eine seichte Furche quer über die Schale. Bis hieher reicht der so auffallend tiefe Sinus mit den Schliessmuskel-Ansätzen, weiterhin zieht nur eine viel seichtere Mittelfurche sich allmälig erweiternd bis zum Stirnrande. An den Seiten der Schalen ziehen parallel der Muskelstreifung mehrere Furchen, worunter besonders eine deutlich hervortritt.

Die innere Oberfläche der grossen Schale besass kleine Höckerchen, welche auf den Steinkernen als kleine Grübchen sich ausprägen (Röhrenansätze?) und zwar besonders gegen den Stirnrand hin, während sie gegen die Schalenmitte allmälig undeutlicher werden und endlich ganz verschwinden.

Der Abdruck der Innenfläche der kleinen Klappe zeigt kleine unregelmässig gestellte Wärzchen in grosser Menge. An einigen stark abgewitterten Stücken ist die von de Koninck (Descr. an. foss. Carb. Belg. Taf. VIII, Fig. 1 u. 2), bei *Productus punctatus* Martin sp. und *Productus Martini* Sow. gezeigte Erscheinung tiefer Löcher im Schnabel sehr schön zu beobachten, so dass es scheint, als sei der Schnabelkern nichts als eine Ausfüllung der in einem früheren Stadium vorhandenen Öffnung (für einen Haftmuskel). Einer dieser Steinkerne zeigt eine tiefe Grube im Schnabel der grossen Klappe, mit einer zarten mittleren Leiste. Diese Grube setzt sich auch über die Mitte der kleinen Schalenklappe, zwischen den beiden „blumigen" Muskeleindrücken, als eine, am Schlossrande breite dreiseitige Furche, bis an den Schlossrand hin fort, einer Leiste an der Innenfläche der kleinen Schale entsprechend. In der erwähnten Schnabelgrube steckt bei anderen Stücken noch ein Theil der die Schnabel-

spitze bildenden deutlich lamellaren Kalkmasse. Die Gestalt des kräftig entwickelten Schnabels variirt übrigens bei verschiedenen Stücken, indem er bei einigen kürzer und gedrungener, bei anderen in die Länge gezogen erscheint, wodurch sich zwei Varietäten aufstellen liessen, eine typische Form mit sehr dicken Schlossmuskelwülsten und gedrungenem Schnabel und eine zweite mit in die Länge gestrecktem geraden Schnabel und etwas weniger dicken Schlossmuskelwülsten.

Von den verwandten Formen wurden *Productus punctatus* Mart. sp. und *Productus pustulosus* Phill. schon angeführt, sie sind durch die gegebene Beschreibung deutlich zu unterscheiden. *Productus pyxidiformis* de Kon. (nach Quenstedt zu *Pr. pustulosus* Phill. gehörig) steht in der Nähe, ebenso *Productus brachythaerus* G. Sow. (Strzelecki: Phys. descript. of New South Wales, Taf. XIV, Fig. 4), obwohl sich nach der vorliegenden Abbildung und kurzen Beschreibung der letzteren Form die Verwandtschaft nicht deutlicher bestimmen lässt. — Die seitlichen Furchen erinnern an *Productus sublaevis* de Kon. (wie ihn z. B. Davidson: brit. Carb. Brachiopoda Taf. XXXI, Fig. 1 abgebildet hat), doch ist die Krümmung der Schale eine andere, der Schnabel bei *Pr. sublaevis* auffallend eingerollt, während er bei unseren Stücken mehr weniger gestreckt erscheint.

Nur wenige Exemplare liegen mir vor, bei welchen der Schnabel eine ähnliche Einkrümmung zeigt, doch sind dieselben so unvollkommen erhalten, dass eine nähere Vergleichung nicht erfolgreich ausgeführt werden kann. Es sei nur erwähnt, dass bei einem dieser fraglichen Stücke ober der löcherigen Partie der grossen Schale eine mit feinen Längsfurchen versehene Zone folgt. Wir haben es hier wohl mit einer anderen Art zu thun.

Dimensionen: Breite des Schlossrandes 60 Mm., Länge der kleinen Klappe 62 Mm., die der grossen 72 Mm., Höhe der Schale am Wulste 35 Mm., in der tiefen Mittelfurche 28 Mm.

Productus Weyprechti nov. spec.

Taf. V, Fig. 1—3.,

Aus den grossen Gesteinsstücken, welche Herr Oberlieutenant Payer von der Südspitze Spitzbergens mitbrachte, liessen

sich eine grössere Anzahl von Exemplaren eines kleineren Productiden herauspräpariren, der sich mit keiner bis jetzt beschriebenen Art in volle Übereinstimmung bringen liess. Das vorliegende Material ist jedoch hinreichend, um die zur Artbegründung nothwendige Beschreibung vornehmen zu können. Leider liegen nur die grossen Schalen vor.

Die Schale ist sehr stark gewölbt und ganz auffallend gekrümmt. Von der Seite betrachtet, zeigt sich die merkwürdige Krümmung am besten: Vom Schnabel aus hebt sich die Schale in Form eines Viertelkreises, zieht sich sodann eine Strecke weit weniger gekrümmt, fast geradlinig hin, um sich plötzlich fast rechtwinkelig umzubiegen, so dass das dritte Schalenstück mit dem ersten in gleicher Richtung steht. Eine ähnliche Schalenkrümmung zeigt *Productus expansus* de Kon. (Monogr. des genr. *Productus* et *Chonetes*, Taf. VII, Fig. 3), mit welcher Art ich die Spitzberger Form anfänglich zu identificiren geneigt war, bis mir der (l. c. Taf. XVIII, Fig. 2) abgebildete Steinkern, der uns, so weit dies angeht, das Thier selbst repräsentirt, die auffallenden Unterschiede zeigte. Der Schnabel ist kräftig, stark eingekrümmt und ragt nur wenig über den Schlossrand hinüber. In der Nähe der Schnabelspitze beginnt ein tiefer Sinus von ansehnlicher, aber bis gegen den Stirnrand hin fast gleichbleibender Weite, der die Schale in zwei Partien von beinahe halbkreisförmigem Querschnitte scheidet. Der Abfall nach den Seiten hin ist sehr steil, so dass die Schale von den Seitenrändern fast rechtwinkelig ansteigt. Parallel verlaufende Riefen von gleicher Stärke ziehen sich in gleichen Abständen von einander über die ganze Schale hin. Stachelansatzstellen sind nicht deutlich sichtbar. Die Steinkerne sind sehr eigenthümlich und erinnern etwas an *Productus humerosus* Sow., wie er von Quenstedt (Petrefactenkunde Deutschlands II. Bd. Brachiopoden pag. 632. Taf. 59, Fig. 18) von Ratingen und von Davidson (brit. Carb. Brach. Taf. XXXVI, Fig. 12) von Breedon abgebildet und beschrieben wird.

Der Schnabel ist auffallend zugespitzt und eingekrümmt, zwei tiefe Furchen sind zwischen ihn und die beiden Schlossränder eingegraben, eine weitere Furche, quer über die Schale ziehend, trennt ihn von dem hinteren Theil derselben. Hinter

dieser Querfurche erheben sich zwei durch eine ungewöhnlich tiefe Einsenkung getrennte cylindrische Wülste. Diese sind der Länge nach scharf gestreift (Ansatzstellen der Schloss- oder Öffnungsmuskeln. *Cardinalis*). In der Mitte der, besonders in diesem Theile, stark vertieften Furche erhebt sich eine Leiste und sind zu deren beiden Seiten die verästelten „blumigen" Eindrücke der Schliessmuskeln deutlich sichtbar. Eine zweite Querfurche trennt die längsgestreiften Wülste, welche beinahe den dritten Theil der Schale einnehmen, von den übrigen Theilen der Schale ab. Diese schwillt hinter der Querfurche zu rundlichen Höckern an, welche den Sinus verengen und ausfüllen, so dass er sich als eine seichte Furche bis an den Stirnrand hinzieht. Die Oberfläche ist längsgestreift, doch stellen sich bald unregelmässig vertheilte grubige Vertiefungen ein. Die letzteren Details lieferte ein besonders grosses Stück in ausgezeichneter Weise.

Die Dicke der Schale ist ansehnlich, bei den kleineren Exemplaren 2—3 Mm.

Dimensionen der kleineren Exemplare: Am Schlossrande 25 Mm. breit, Länge der grossen Klappe 24 Mm., grösste Höhe am Schlossrande 12 Mm., in der Mittelfurche 8 Mm., Entfernung der beiden gestreiften Muskelwülste 9 Mm., Länge derselben 17 Mm. — Das grosse Exemplar circa 60 Mm. breit und 56 Mm. lang, die gestreiften Muskelwülste 25 Mm. entfernt, dieselben bis zur Querfurche circa 25 Mm. lang.

Von einem kleineren *Productus* liegen einige Abdrücke der kleineren Klappe vor, welche die verschiedenen Eindrücke der Weichtheile erkennen lassen (Taf. V, Fig. 4).

Eine Mittelfurche zeigt das Vorhandensein einer in der Nähe des Schlossrandes besonders stark entwickelten Leiste an. Rechts und links davon sieht man unregelmässige Eindrücke, die Ansatzstellen des Schliessmuskels und die sogenannten nierenförmigen Eindrücke.

Es ist sehr möglich, dass wir es hier mit, zu *Productus Weyprechti* nov. sp. gehörigen Stücken zu thun haben.

Productus Koninckianus Vern.

(Taf. II, Fig. 4.)

Davidson: Brit. Carb. Brachiopoda. Taf. LIII, Fig. 7.

Die Schale ist mit feinen dicht stehenden Streifen bedeckt, auf welchen ziemlich gedrängt die Ansatzstellen der *Spinulae* sich in Form kleiner länglicher Wülstchen erheben. In der Nähe des auffallend in die Länge gezogenen Schnabels ziehen Querrunzeln vom Schlossrande hinauf, um auf der Mitte der, hier etwas eingedrückten Schale zu verschwinden. Unsere Exemplare sind leider alle etwas verdrückt, so dass über den allgemeinen Umriss der Schale kein bestimmter Ausspruch möglich ist.

Productus carbonarius de Kon. hat auch einige Ähnlichkeit, besonders in Bezug auf die Krümmung der Schale in der Nähe des Schnabels, doch ziehen bei dieser Form die Querfurchen über die ganze Schale; die Abbildung von de Koninck (Descr. an. foss. carbon de Belgique Taf. XII, Fig. 1) ist überdies ärmer an Stachelspuren. *Productus Villiersi* d'Orb. von *Bolivia* (d'Orbigny: Amér. mérid. Taf. IV, Fig. 13, 14) ist eine jedenfalls nahestehende Form; sie ist besonders einem ganz kleinen Exemplar von Spitzbergen ähnlich.

Productus Koninckianus ist eine etwas seltenere Art. In England wurde sie nur in Yorkshire gefunden, in Belgien selten in Visé, und in Russland an der Soiwa im Petschoraland.

Dimensionen: Die grosse Klappe 22 Mm. lang, grösste Breite ebenso gross.

Productus Humboldti d'Orb.

(Taf. II, Fig 3 *a, b, c*.)

d'Orbigny: Voy. dans l'Amer. mèrid. Vol. III. Taf. V, Fig. 4—7.
Keyserling: Reise in das Petschoraland, pag. 201. Taf. IV, Fig. 3.
de Koninck: *Productus* et *Chonetes*, pag. 114. Taf. XII, Fig. 2 *a, b, c*.
Eichwald: *Leth. rossica*. Vol. I *b*, pag. 887.

Über die Zugehörigkeit einiger Stücke von Spitzbergen zu dieser Art kann kein Zweifel obwalten, da die so bezeichnende Sculptur der Schale sehr wohl erhalten ist. Die Schale war bei dieser Form sehr dünn, denn die Steinkerne zeigen auf ihrer

ganzen Oberfläche die langgestreckten, fast linearen, nach beiden Enden in Spitzen auslaufenden Wärzchen, wodurch sie an *Productus scabriculus* Mart. spec. erinnern. Die Wärzchen sind auf der ganzen Schale so ziemlich von gleicher Grösse. Sie sind nicht ganz regellos angeordnet, sondern stehen in Reihen hinter einander, die vom Schnabel aus, wie es schon Keyserling (l. c. pag. 202) an den von den Ufern der Soiwa mitgebrachten Exemplare beschreibt, strahlenartig auszulaufen scheinen.

In der Mitte der Schale ist ein ziemlich breiter, aber wenig tiefer Sinus deutlich wahrnehmbar, der sich bis gegen die Schnabelspitze hinzieht. Der Schnabel ist bei unseren Exemplaren auffallend schlank und stark eingerollt. Die Querrunzeln sind in der Nähe des Schlossrandes deutlich entwickelt, ziehen sich aber nirgends bis zur Schalenmitte hinauf.

Ähnlichkeit hat auch das von de Koninck (Prod. et Chon. Taf. XVI, Fig. 9) als Varietät des *Productus pustulosus* beschriebene und abgebildete Exemplar von Ratingen unweit Düsseldorf, eine Übergangsform zwischen beiden Arten, von *Productus Humboldti* unterschieden durch den weniger entwickelten, kürzeren und weniger eingerollten Schnabel. Für die nahe Verwandtschaft zwischen *Productus Humboldti* d'Orb. und *Productus pustulosus* Phill. (mit dem Professor Quenstedt: Brachiopoden pag. 626, auch *Productus pyxidiformis* de Kon. und *Productus Leuchtenbergensis* de Kon. vereiniget) spricht auch das Vorhandensein eines breiten abgegrenzten Saumes, der mit zarteren Tuberkeln besetzt ist, welchem auf den Steinkernen eine Zone mit feinen Löchern entspricht, wie es Keyserling an den Exemplaren von der Soiwa (l. c.) beschreibt.

Prof. Quenstedt wundert sich, dass kein Schriftsteller diese merkwürdige Erscheinung erwähnt, die er an *Productus pustulosus* beobachtete, während sie doch Graf Keyserling auf das deutlichste beschreibt — freilich nur an der verwandten Form, dem *Productus Humboldti*.

Unsere Stücke unterscheiden sich von denen aus dem Petschoralande durch etwas gröbere und nicht ganz so gedrängt stehende Pustelreihen.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass an einem hieher gehörigen Bruchstücke einer grossen Klappe auf der Mitte derselben,

die „blumigen" verzweigten Muskeleindrücke deutlich sichtbar sind.

Dimensionen: Grosse Klappe circa 40 Mm. lang, grösste Breite circa 45 Mm., die Höhe 15 Mm.

Productus spec. ind.

Nur ein etwas verdrücktes Exemplar einer sehr schlanken Form liegt mir vor, dessen Erhaltungszustand keine nähere Bestimmung zulässt. Der Schnabel ist stark eingekrümmt, die Schale sehr convex ohne Sinus, auf der Oberfläche mit parallel verlaufenden feinen Ritzen bedeckt, welche sich einzeln über die ganze Schalenoberfläche verfolgen lassen, an verschiedenen Stellen aber verschieden tief eingegraben sind.

Vom Schlossrand aus ziehen sich wulstige Querrunzeln an den Seiten hinan, ohne aber die Höhe zu erreichen. Mit der von M'Coy (Synopsis of the characters of the carb. limestone fossiles of Ireland pag 109. Taf. 20, Fig. 16) als *Productus flexistria* angeführten Form, welche Davidson (brit. foss. Brach. part. V, pag. 149) eingezogen und als eine Varietät des *Productus semireticulatus* Martin bezeichnet hat, stimmt sie einigermassen überein. Auch *Productus semireticulatus* var. *Martini* Sow. (Davidson l. c. Taf. VLIII, Fig. 7) hat einige Ähnlichkeit.

Dimensionen: Grosse Klappe 25 Mm. lang, und 16 Mm. breit.

Productus spec. ind.

Ein unvollständiges Exemplar, welches in die Nähe von *Productus punctatus* Mart. sp. gehören dürfte. Es zeigt auf der ganzen Schalenoberfläche unregelmässig stehende Punktirungen und mitten auf der Schale einen deutlichen Sinus.

Das Bruchstück gehört einer grossen Klappe an.

Chonetes papilionacea Phill.

(Taf. XIII, Fig. 5.)

Davidson: Brit. Carb. Brach. Taf. XLVI. Fig. 3–6.
de Koninck: Description d'Anim. foss. Carbon. de Belgique.

Es liegen mir zwei Stücke vor, welche ich zu dieser Art stellen zu müssen glaube. Es sind kleine Exemplare mit wenig convexen

Schalen, einem mittleren erhöhten und zwei seitlichen vertieften Theilen, so dass förmliche Flügel entstehen. Die Rippen sind etwas gröber als es bei den bezeichneten Figuren dargestellt ist, sie stehen gedrängt und tragen kleine Höckerchen, wie dies Davidson (l. c.) Fig. 5 und 6 darstellt.

Dimensionen: 14 Mm. breit und 7 Mm. lang.

Pecten (Aviculo-pecten) Bouéi Vern.

(Taf. V, Fig. 8,)

Murchison, Verneul, Keyserling: Geology of Russia. Vol. II, pag. 326. Taf. XXI, Fig. 6.

Keyserling: Petschoraland, pag. 244. Taf. X, Fig. 6.

Von diesem Fossil liegen zwei verhältnissmässig gut erhaltene Exemplare vor, welche sich gegenseitig ergänzen. Während nämlich das eine die beiden Ohren deutlich zeigt, ist auf dem anderen die Schalensculptur auf das beste erhalten. Beide Stücke sind leider linke Schalen ebenso wie die von Keyserling (l. c.) abgebildeten Stücke.

Die Schale ist länger als breit, schön, aber nicht stark gewölbt, und mit der von Keyserling beschriebenen für *Pecten Bouéi* charakteristischen Rippung versehen. Acht gröbere, stellenweise etwas angeschwollene Rippen ziehen von dem spitzwinkeligen Wirbel bis an den halbkreisförmigen Stirnrand. Zwischen diese gröberen Rippen schieben sich feinere ein, und zwar zuerst zwischen je zwei eine vom Wirbel etwas entfernter beginnende, dann je eine in den neuen Zwischenräumen, wieder entfernter vom Wirbel, welche ihrerseits von noch kürzeren begleitet sind. Bei dem ähnlichen *Pecten Kokscharofi* Vern. sind nur drei feinere Rippen zwischen je zwei der gröberen eingeschaltet. Der Abfall gegen die Ohren ist nach vorne hin steil, nach hinten aber ein allmäliger. Das vordere Ohr ist etwas zerdrückt, das hintere flach concav und mit zarten Anwachsstreifen versehen. Die von Perecki *(Valdai)* beschriebene Form ist 19 Mm. lang und 14 Mm. breit.

Die Dimensionen unserer Form sind: 24 Mm. lang, die Flügel 20 Mm. breit, grösste Schalenbreite 23 Mm.

Pecten (Aviculo-pecten) Kokscharofi Vern.

(Taf. V, Fig. 6.)

Murchison, Verneul u. Keyserling: The Geology of Russia etc. Vol. II, pag. 325. Taf. XX, Fig. 16.
Keyserling: Reise in das Petchoraland. Taf. X, Fig. 8 u. 9.

Von einem grösseren Pecten liegt mir ein Bruchstück und ein wahrscheinlich derselben Art angehöriger Abdruck vor, welche an die oben citirte Art in der „Geologie von Russland etc.“ erinnern, obwohl dort ein viel kleineres Exemplar zu Grunde lag. Graf Keyserling beschreibt aber auch grössere Stücke derselben Art. Die Rippen sind etwas hin- und hergebogen, und stellenweise angeschwollen. Es sind circa acht gröbere Rippen vorhanden, zwischen welchen immer je drei feinere eingeschaltet sind. Der Abdruck zeigt auf den Ohren deutliche, radial verlaufende, gekörnelte Streifen, was als Unterschied von dem verwandten *Pecten Bouéi* Vern. hervorgehoben werden muss.

Von kleineren Exemplaren liegen mehrere vor, bei welchen die hochgewölbten rechten Schalen auffallen.

Einige Ähnlichkeit hat *Pecten segregatus* M'Coy (Irland. Carbon. Foss. Taf. XVII, Fig. 3.)

Dimensionen: Ein mittleres Exemplar 40 Mm. lang, grösste Breite 44 Mm. Höhe der rechten Schale eines kleinen (25 Mm. langen) Exemplares 9 Mm.

Pecten (Aviculo-pecten) conf. ellipticus Phill.

(Taf. V, Fig. 7.)

Es liegen einige Stücke der linken Schalen eines kleinen Pectiniden vor, der mit *Pecten ellipticus* Phill. (Ill. of the geol. of Yorksh. Vol. II, pag. 212, Taf. VI, Fig. 15), übereinstimmen dürfte. Die Schale des best erhaltenen Stückes ist ziemlich stark gewölbt und bis auf eine kaum merkliche concentrische Streifung vollkommen glatt. Der Wirbel ist etwas nach vorne gezogen, ähnlich wie dies bei dem, mit *Pecten ellipticus* Phill. in Cosatchi Datchi (Miask) zusammen vorkommenden *Pecten sibiricus* Vern. (Russia and the Ural M. Vol. II, pag. 329. Taf. XXI, Fig. 7) der Fall ist, wonach die Stücke eigentlich dem Subgenus *Aviculo-pecten* M'Coy zuzuzählen wären.

Beide Ohren sind erhalten und ebenfalls glatt.

Aviculo-pecten simplex Daws. von *Shubenacadia* Winds. (J. W. Dawson: Acadian geology pag. 309) ist, wenn nicht völlig übereinstimmend, doch gewiss eine nächst verwandte Form.

Dimensionen unserer Exemplare: 12 Mm. lang, grösste Breite: 11 Mm.

Pecten (Aviculo-pecten) conf. dissimilis Fl.

Taf. V, Fig. 5.

Eine der häufigsten Bivalven-Formen in dem Materiale von Spitzbergen ist ein Pecten, der wohl zu *Pecten dissimilis* Fl. gestellt werden dürfte, wenn sich auch nicht die vollkommenste Übereinstimmung herstellen lässt, da die Zahl der Rippen eine etwas geringere ist.

Länge und Breite sind ziemlich gleich, der Stirnrand ist halbkreisförmig, die Ohren sind stark entwickelt und gestreift wie bei *Pecten dissimilis* Fl. Circa 36 Rippen bedecken die Schale, alle gleich stark und in gleichen Abständen von einander, nur weniger gedrängt als bei *Pecten dissimilis* Fl. (De Koninck Descript. An. foss. Carb. de Belg. Taf. IV, Fig. 27.)

Dimensionen: 13 Mm. lang, 14 Mm. breit, Breite der Ohren 10 Mm.

Ausserdem liegen auch etwas schlankere Formen vor (der Winkel am Wirbel ist ein spitzerer), welche eine ganz ähnliche Rippung zeigen. Sie sind noch weniger symmetrisch und müssten also ebenfalls zu *Aviculo-pecten* gestellt werden. Die von de Koninck (l. c. Taf. IV, Fig. 6, pag. 145) als *Pecten Phillipsianus* beschriebene Form von Visé zeigt die meiste Ähnlichkeit.

Dimensionen: 25 Mm. lang, grösste Breite in der Nähe des Stirnrandes nahe eben so gross.

Ausser den vorstehend beschriebenen Pectiniden sind noch einige andere Bivalven vorhanden, doch ist das vorliegende Materiale nicht hinreichend zur genaueren Bestimmung.

Von Gastropoden liegen nur einige wenige Reste vor, so eine

Chemnitzia spec. ind.,

welche an *Chemnitzia acuminata* Goldf. erinnert, wie diese von Keyserling (Petschora-Reise pag. 268. Taf. II, Fig. 15) beschrieben und abgebildet ist, einer verlängerten kegelförmigen, glatt schaligen Art, — und ein kleiner

Euomphalus,

welcher jedoch keine nähere Bestimmung zulässt.

Zum Schlusse sei noch das Vorkommen von einigen Korallenresten erwähnt, deren Erhaltungszustand jedoch keine sichere nähere Bestimmung erlaubt, doch dürfte die eine der vorliegenden Formen zu dem Genus

Stenopora

gehören. Eine ähnliche Form bildet Strzetzki (Phys. descr. of new south Wales and Vandiemensland) Taf. VIII, Fig. 2 als *Stenopora Tasmaniensis* ab, doch ist bei unserem Exemplare keine Verästelung zu bemerken.

Rabdichnites (?) granulosus nov. spec.

(Taf. V, Fig. 9.)

Es liegen einige eigenthümliche, an Pflanzenstengel erinnernde Abdrücke vor, welche nur schwer gedeutet werden können. Sie stellen mehr oder weniger gekrümmte, lange, nach beiden Seiten gleich breite Stäbchen vor, welche entweder einfach sind oder paarweise neben einander im Gesteine liegen. Sie stechen durch ihre dunklere Färbung von dem grauen Gesteine deutlich ab, und sind an ihrer Oberfläche deutlich gekörnelt. Sie finden sich in unmittelbarer Nachbarschaft neben den Producten und Spiriferen auf denselben Handstücken. Die einfachen elliptischen Säulchen sind 4—5 Mm. breit und 2—3 Mm. hoch, die doppelten aber 12 Mm. breit.

J. W. Dawson bezeichnet mit dem Namen *Rabdichnites* (The canadian naturalist VII, Nr. 2: Impressions and footprints of aquatic animals and imitative markings ou carboniferous

Rocks) gerade oder leicht gebogene, einfache oder paarweise nebeneinander liegende Abdrücke, wie sie sich in den paläozoischen Schichten ziemlich häufig finden. Sie sind halb cylindrisch und der Länge nach gestreift.

Dawson hält sie für die Ausfüllungen von Furchen, welche durch über den Schlamm hin bewegte, spitzige Objecte hervorgebracht wurden. Er denkt dabei an die Flossen und Stacheln von Fischen. Ähnliche Spuren beschreibt Torell aus den Primordialschichten von Schweden unter dem Namen *Eophyton* und Billing von Neu-Fundland. Dawson beschreibt die Formen von Neu-Braunschweig. Er führt auch die anderen Erklärungen des Ursprunges dieser Bildungen an: Salter hält sie für Eindrücke von *Hymenocaris*, Prof. Morse denkt an *Lingula*, welche ihren Haftmuskel bei Ortsveränderung über den Schlamm hinzieht; auch Gastropoden können ähnliche Spuren zurücklassen, wie Hall beschreibt. Unsere problematische Form unterscheidet sich durch die gekörnelte Oberfläche von den Dawson'schen Abbildungen. Hieher gehören möglicherweise auch die „undeutlichen Pflanzeneindrücke", welche Professor Nordenskiöld (l. c.) von der Nordküste des Bel Sundes in der fünften von ihm unterschiedenen Schichte erwähnt.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1. ***Terebratula hastata*** Sow. var.
a. von vorne;
b. von der Seite;
c. von hinten;
d. grösseres Exemplar (grosse Klappe);
e, *f*, *g*. Stirnansicht verschiedener Exemplare.

Fig. 2. ***Spirifer striato-paradoxus*** nov. sp
a. Schnabelwulst;
b. den Schnabelwulst bedeckendes Schalenstück;
c. grosse Klappe mit den Verkieselungserscheinung

Fig. 3. ***Spirifer Wilczecki*** nov. sp.
a. Ansicht der grossen Klappe;
b. „ von der kleinen Klappe.

Tafel II.

Fig. 1. ***Spirifer*** sp. ind.

Fig. 2. ***Spirifer*** sp. ind.
Steinkerne mit Muskeleindrücken.

Fig. 3. ***Productus Humboldti*** d'Orb.
a. von der grossen Klappe;
b. von der Seite;
c. von vorne.

Fig. 4. ***Productus Koninckianus*** Vern.

Fig. 5. ***Strophalosia*** sp. ind.
a. Oberfläche der Schale;
b. Abdruck der inneren Oberfläche.

Tafel III.

Streptorhynchus crenistria Phill. sp.
Steinkerne.

Tafel IV.

Productus Payeri nov. sp.

Fig. 1. *a.* von der Seite;
b. von vorne.

„ 2. Ansicht von der grossen Klappe mit den Muskeleindrücken von einem kleineren Exemplare.

„ 3. *Productus Payeri* nov. sp. var.
Ansicht des Schnabels der langschnabeligen Varietät.

Tafel V.

Productus Weyprechti nov. sp.

Fig. 1. Grosses Exemplar;

„ 2. kleines Exemplar. Steinkerne:
a. von vorne:
b. von der Seite.

„ 3. Ein kleines Exemplar mit Schale.

„ 4. *Productus* sp. var.
Abdruck der kleinen Klappe; die nierenförmigen Eindrücke.

„ 5. *Pecten (Aviculo-pecten)* conf. *dissimilis* Fl.

„ 6. „ „ *Kokscharovi* Vern.

„ 7. „ „ *ellipticus* Phill.

„ 8. „ „ *Bouéi* Vern.

„ 9. *Rabdichnites (?) granulosus* nov. sp.

1 d. 1 c. 1 b. 1 a.

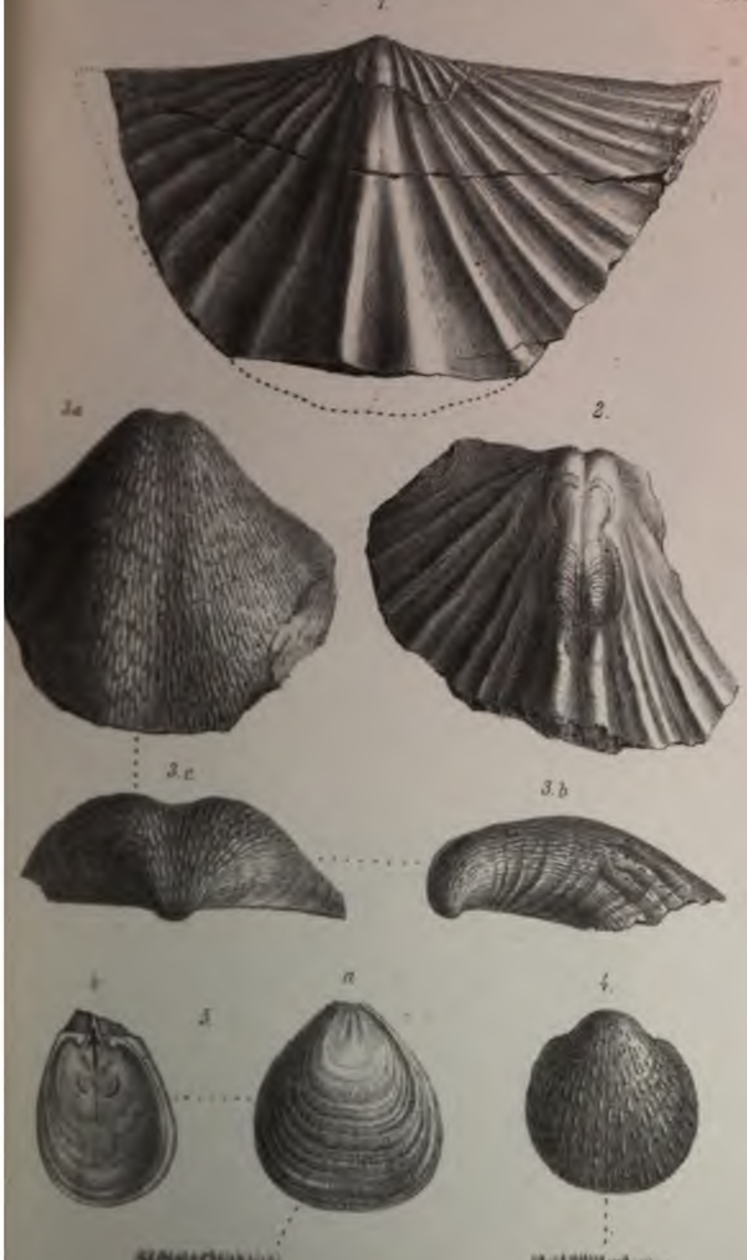
1 g. 1 f. 1 e.

2 b. 2 a.

2 c.

b. 3. a.




1.
3.a
2.
3.c.
3.b
b
5.
a
4.



a



b



Aus der k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.



1.a

1.b

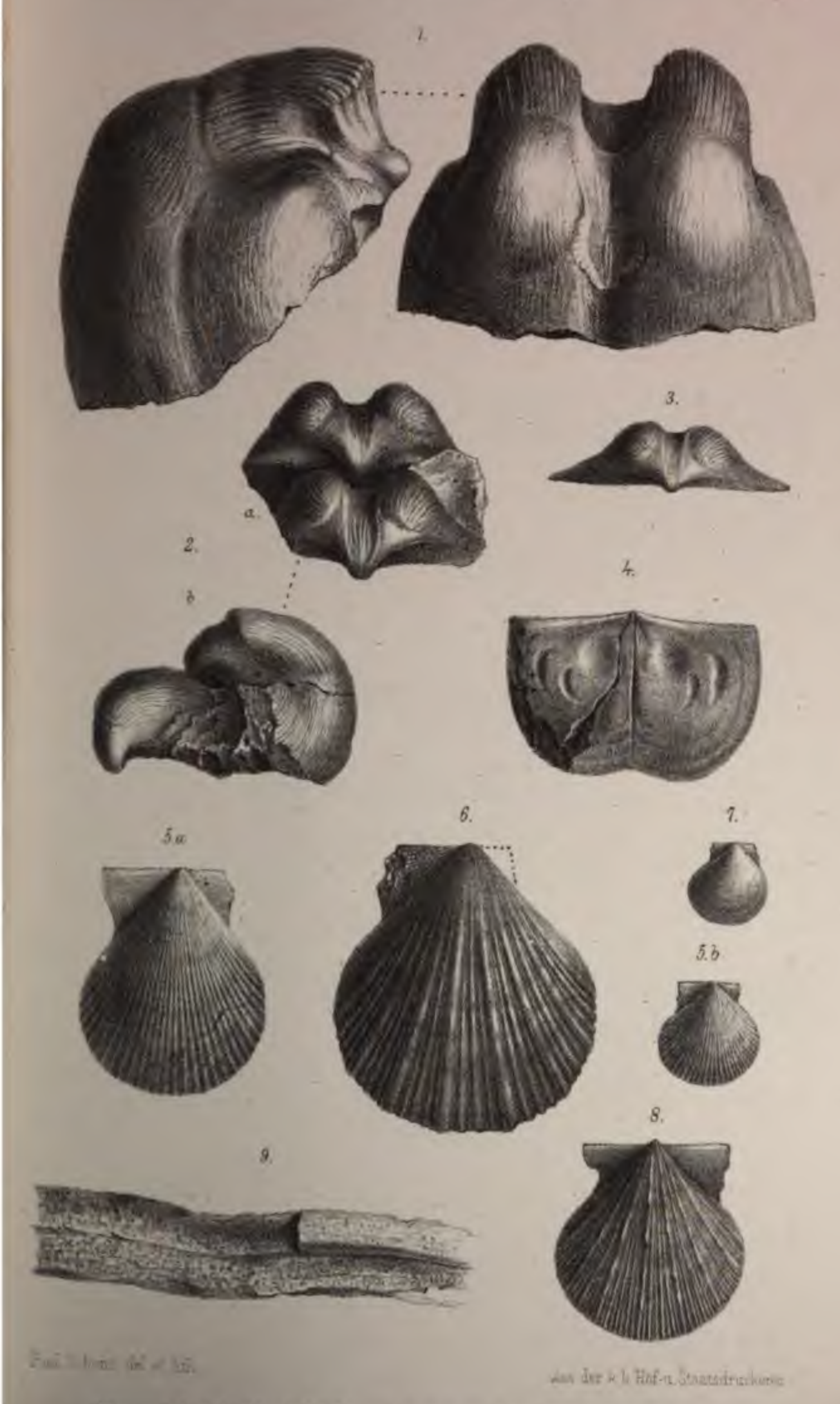


3.

2.






1.
2.
a.
b
3.
4.
5 a
5 b
6.
7.
8.
9.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXVIII. Band.

ERSTE ABTHEILUNG.

10.

Ut die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

XXVIII. SITZUNG VOM 4. DECEMBER 1873.

Der Präsident theilt mit, dass Se. Majestät der Kaiser die Deputation der Akademie zur Beglückwünschung aus Anlass von Allerhöchstdessen 25jähriger Regierungs - Jubelfeier am 1. December zu empfangen, die Adresse huldvoll entgegenzunehmen und die Akademie Allerhöchstseines fortgesetzten Schutzes zu versichern geruht haben.

Herr Dr. A. Dohrn in Neapel dankt, mit Schreiben vom 26. November, für die Betheilung der von ihm gegründeten „Zoologischen Station" daselbst mit den Sitzungsberichten der Classe.

Herr Prof. Dr. E. Mach in Prag übersendet einen zweiten Nachtrag zu seiner Abhandlung über den Gleichgewichtssinn.

Derselbe übermittelt ferner eine für den Anzeiger bestimmte vorläufige Notiz: „Über di Schallgeschwindigkeit in Gasgemengen," vom Herrn Dr. V. Dvořák.

Herr Anton Krichenbauer, k. k. Gymnasial-Director in Znaim, übersendet ein handschriftliches Werk, betitelt: „Homer als eine Quelle für Kosmologie. Ein Beitrag zur Untersuchung sowohl über das Werden und das Alter der homerischen Gesänge als auch über die kosmischen Verhältnisse in der Natur jener Zeit."

Herr Aug. Prinz zu Vilimov in Böhmen übermittelt eine Abhandlung unter dem Titel: „Die Rechnung des Grossen und Kleinen mittelst der Primtafeln" nebst einer „Parallele der Primrechnung zu den Logarithmen".

Herr Prof. Dr. V. v. Lang legt eine Abhandlung des Herrn Dr. Fr. Exner, d. Z. in Strassburg, vor, betitelt: „Bestimmung der Temperatur, bei welcher das Wasser ein Maximum seiner Dichtigkeit hat“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academy of Natural Sciences of Philadelphia: Proceedings 1872, Parts I—III. Philadelphia; 8⁰.

Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna: Memorie. Serie III. Tomo II, Fasc. 2—4; Tomo III, Fasc. 1—2. Bologna, 1872 & 1873; 4⁰. — Rendiconto. Anno accademico 1872—73. Bologna, 1873; 8⁰.

American Association for the Advancement of Science: Proceedings. XX[th] Meeting, held at Indianopolis, Indiana, August 1871. Cambridge, 1872; 8⁰.

Annalen der Chemie und Pharmacie von Wöhler, Kopp, Erlenmeyer & Volhard, N. R. Band 93, Heft 1—3. Leipzig & Heidelberg, 1873; 8⁰.

Apotheker-Verein, allgem. österr. Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 33—34. Wien, 1873; 8⁰.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1964—1965. (Bd. 82. 20—21.) Kiel, 1873; 4⁰.

Ateneo Veneto: Atti. Serie II. Vol. IX. 1871—72; Vol. X, punt. 1—3. 1872—73. Venezia, 1873; 8⁰.

Bibliothèque Universelle & Revue Suisse: Archives des sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLVIII[e]. Nr. 190. Genève, Lausanne, Paris, 1873; 8⁰.

California Academy of Sciences: Proceedings. Vol. IV, Part. 5. 1872. San Francisco, 1873; 8⁰.

Comitato, R., Geologico d'Italia: Bollettino. Anno 1873. Nr. 9 & 10. Firenze; 4⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nrs. 18—20. Paris, 1873; 4⁰.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: VIII. Band, Nr. 22—23. Wien, 1873; 4⁰.

Gesellschaft, Deutsche, für Natur- und Völkerkunde Ostasiens: Mittheilungen. 2. Heft. Juli 1873. Yokohama; 4⁰.

— physikal.-medicin., in Würzburg: Verhandlungen. N. F. V. Band, 2. & 3. Heft. Würzburg, 1873; 8⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 47—48. Wien, 1873; 4⁰.

Hinrichs, Gustavus, The School Laboratory of Physical Science. Vol. I, Nr. 1; Vol. II, Nr. 1. Iowa-City, Iowa, 1871 & 1872; 8⁰. — The Elements of Physics. Davenport, Iowa, Leipzig, 1870; 8⁰. — The Elements of Chemistry and Mineralogy. Davenport, Iowa, Leipzig, 1870; 8⁰. — The Method of quantitative Induction in Physical Science. Davenport, Iowa, Leipzig, 1872; 8⁰. — Biographical Sketch of Wilhelm von Haidinger. Davenport, Iowa, 1872; 8⁰.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo II, Serie IVª, Disp. 7ª—8ª. Venezia, 1872—73; 8⁰.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band VII, 9. & 10. Heft. Leipzig, 1873; 8⁰.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 24. Graz, 1873; 4⁰.

Mittheilungen, Mineralogische, gesammelt von G. Tschermak. Jahrgang 1873, Heft 3. Wien; 4⁰.

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873, Heft XI. Gotha; 4⁰.

Nature. Nrs. 212—213, Vol. IX. London, 1873; 4⁰.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberti in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VIII, Nr. 6. Torino, 1873; 4⁰.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1873. XXIII. Band, Nr. 3. Wien; 4⁰. — Verhandlungen. Jahrgang 1873, Nr. 12—14. Wien; 4⁰.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXIII. Band, Jahrg. 1873, December-Heft. Wien; 8⁰.

Revista de Portugal e Brazil. Nr. 3. Lissabon, 1873; 4⁰.

„**Revue** politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger." IIIᵉ Année, 2ᵉ Série, Nrs. 20—22. Paris, 1873; 4⁰.

Société Nationale des Sciences naturelles de Cherbourg: Mémoires. Tome XVII (2e Série, Tome VII). Paris & Cherbourg, 1873; 8°. — Catalogue de la Bibliothèque de la Société. IIe Partie, 1re Livraison. Cherbourg, 1873; 8°.

— Botanique de France: Bulletin. Tome XXe. 1873. Comptes rendus des séances. 2. Paris, 1873; 8°.

Society, The American Philosophical: Proceedings. Vol. XII, Nrs. 88—89. Philadelphia, 1872; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 47—48. Wien. 1873; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang, 14. Heft. Wien, 1873; 4°.

Terata mesodidyma von Salmo Salvelinus

nebst Bemerkungen

über einige andere an Fischen beobachtete Doppelmissbildungen.

Von Prof. Dr. J. Oellacher in Innsbruck.

(Mit 3 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 23. October 1873.)

Die Doppelmissbildungen, welche ich in dem Folgenden beschreiben werde, sind zum ersten Male von Lereboullet[1] an jungen Hechtembryonen beobachtet worden. Dieselben sind dadurch charakterisirt, dass die mehr oder weniger vollständige Verdoppelung blos ein Stück des Rumpfes betrifft, während Kopf- und Schwanzende sowohl äusserlich als auch bezüglich ihrer inneren Organisation vollkommen einfach sind.

Mit Zugrundelegung der heute so ziemlich allgemein angenommenen Eintheilung der Doppelmissbildungen in *Terata anadidyma*, *katadidyma* und *anakatadidyma* habe ich dieselben *mesodidyma* genannt.

Die Verdoppelung betrifft in den von mir bisher beobachteten Fällen vorzüglich blos die in der Medianebene sich anlegenden Organe, also vor Allem das centrale Nervensystem, die Chorda, den Darm, ferner in gewissen Fällen die Leber. Dagegen waren alle seitlichen paarigen Organe, als Urwirbel, Urnierengänge, Ohrbläschen und die im Embryo paarige Peritonealhöhle in der, einem einfachen Individuum zukommenden Anzahl vorhanden. Nur bei den Urwirbeln fand hier und da noch eine sehr unvollständige Verdoppelung statt.

Bevor ich auf eine genauere Schilderung dieser Missbildungen eingehe, will ich noch etwas über das Vorkommen derselben sagen.

---

[1] Annales des sciences naturelles. Zool. Sér. IV, T. XX. 1863.

Während ich bisher zu meinen embryologischen Studien über die Knochenfische blos die Forelle *(Frutta Fario)* zu benützen Gelegenheit hatte, wurde es mir im verflossenen Winter möglich, eine Reihe von Untersuchungen auch an einem anderen Salmoneer anzustellen, dem Salbling *(Salmo Salvelinus)*.

Die mir überbrachten Fische stammten aus einem circa 12 Meilen von Innsbruck entfernten Thale. Am 13. December, kurz nachdem die Fische hieher überführt worden waren, nahm ich an den Eiern derselben die künstliche Befruchtung vor. Die Anzahl der erhaltenen Eier glaube ich auf 4—500 schätzen zu dürfen. Unter diesen Eiern befand sich nun eine geradezu erstaunenswerthe Anzahl von Missbildungen, die fast alle unter das Genus der *Mesodidymi* gehörten. So kamen mir gleich das erste Mal am 27. Tage nach der Befruchtung unter sechs Eiern, die ich dem Brütapparate entnommen hatte, vier *Mesodidymi*, ein unentwickelter Keim und ein regelmässig gebildeter Embryo unter. Wenn dies nun wohl Zufall war, so muss ich doch die Zahl der Doppelmissbildungen bei diesen Salblingen mindestens auf das 10- bis 20fache anschlagen, im Vergleiche zu der sehr geringen Zahl, die ich bei meinen häufigen Befruchtungs- und Züchtungsversuchen aus weit reichlicherem Untersuchungsmateriale von den Forellen erhielt. Die Doppelmissbildungen, welche ich bisher von der Forelle beobachtete, waren mit Ausnahme einer einzigen *(Katadidymus)* lauter *Anadidymi*; dagegen fand ich unter jenen Salblingen nicht eine einzige Doppelmissgeburt dieser Art.

Das erste Stadium, in dem ich Missbildungen der oben beschriebenen Art untersuchte, war ein verhältnissmässig frühes und gehörte jener Entwickelungsperiode an, in der die Schwanzknospe [1] sich eben anschickt, den Schwanz hervorzutreiben. Die Fig. 1.—4. gehören diesem Stadium an. Ein Blick auf diese vier Figuren zeigt, dass der Rumpf eines jeden Embryo an

[1] Bezüglich der *Termini technici* und der Vorgänge bei der normalen Entwickelung der Knochenfische vergleiche man meine Abhandlung: Beiträge zur Entwickelung der Knochenfische nach Beobachtungen am Bachforellenei. Cap. III—V. Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie. Bd. XXIII.

irgend einer verschieden langen Stelle die Andeutung einer Spaltung erkennen lässt.

Die Spaltung geht entweder sehr tief, wie in Fig. 1. und 2., und ist auf eine lange Strecke ausgedehnt, oder sie ist seicht und nimmt nur eine kurze Strecke des Leibes ein, wie in Fig. 3., oder endlich sie ist ganz kurz und nur durch einen leichten Eindruck an der Oberfläche eines etwas verbreiterten Stückes des Rumpfes angedeutet, wie in Fig. 4.

Einem bedeutend späteren Stadium gehört der Embryo Fig. 5. an. Man sieht an demselben die deutlichste äusserliche Längsspaltung in einer weit grösseren Ausdehnung als in den Embryonen der Fig. 1.—4.; sie reicht vorne bis in die Nähe der Gegend der Brustflossen, rückwärts bis an die Schwanzwurzel.

Ich habe die hier in Fig. 1.—5. abgebildeten *Mesodidymi* in Bezug auf ihre innere Organisation in der Weise studirt, dass ich dieselben in successive Querschnitte zerlegte, und will ich an einzelnen Durchschnitten die Verhältnisse der Organe unserer Embryonen im Einzelnen darlegen.

Embryo Fig. 1. Die Durchschnitte von der Spitze des Kopfes an bis zum Beginne der Leberanlage zeigten alle Organe einfach. Kurz hinter der Ohrgegend wurde auf einmal unter dem noch einfachen, aber etwas verbreiterten Rückenmarke eine doppelte Chorda wahrgenommen. Die Entfernung der Chordaquerschnitte betrug schon bald nach der Theilung 0·08 Mm. Der Zwischenraum zwischen den beiden Querschnitten der Chordae einerseits und dem Rückenmark und dem Darm andererseits war von einer Masse rundlich polygonaler Zellen eingenommen, die sich nach aussen zwischen beiden Chordae und Darm in die Urwirbelmassen fortsetzten, welche an dieser Stelle schon eine seitliche Verlängerung in die Anlage der späteren Brustflossen zeigten. Im Bereiche der Leberanlage wurde das Rückenmark doppelt, indem sich seine untere Wand nach oben einzustülpen begann. Fig. I, 1 zeigt einen Schnitt durch die hintere Lebergegend mit schon völlig doppeltem Rückenmark (*Mr*), während die Aorta und die Anlage des Darmes und des Leberganges (*DL*) vollkommen einfach waren.

Der Schnitt traf die beiden Hälften des Doppelembryo nicht symmetrisch, denn während auf der einen Seite die Gegend vor dem Ende des Urnierenganges sich präsentirt, zeigt die andere Hälfte schon den Urnierengang (*Ug*) selbst und die intermediäre Zellmasse (*iZ*), welche später in die Masse der Urniere aufgeht. Auffallend ist, dass die Chorda auf der einen Seite hier zu fehlen schien, während sie auf einem Schnitte etwas hinter der Leberanlage schon wieder doppelt vorhanden war und es von da aus auch blieb, so lange das Rückenmark doppelt war.

Es ist jedoch möglich, dass der Querschnitt der Chorda vielleicht wegen zu geringen Durchmessers oder wegen Veränderungen in der Structur derselben auf eine Strecke weit an den Durchschnitten übersehen worden ist.

Ein Schnitt durch die eigentliche Anlage der Leber zeigte dieselbe sehr verbreitert, als wären zwei Organe in eines verschmolzen; leider eignet sich dieser Durchschnitt nicht gut zur Abbildung. Hinter der Leber wichen die beiden Rückenmarke sofort etwas auseinander und der Darm wurde doppelt. Fig. I, 2. zeigt einen solchen Durchschnitt, an dem die Verdoppelung sämmtlicher unpaarer Organe mit Ausnahme der Chorda (?) schon evident ist. Die beiden Embryonalhälften sind auseinander gewichen und so gegen einander geneigt, dass sie nach oben convergiren; nur eine Brücke von Epidermis und Sinnesblatt, die direct einer convexen Hervorragung des Dotters aufruht, vereint dieselben. Die Epidermis läuft über beide Embryonalhälften gemeinsam hinweg, das Sinnesblatt verbindet beide Rückenmarke, die ja auch aus ihm hervorgegangen sind. Die letzteren erscheinen oben je wie in eine Spitze ausgezogen, die unter einander zusammenhängen.

Ganz ähnliche allgemeine Verhältnisse zeigt ferner ein Durchschnitt, Fig. I, 3., der durch die hintere Partie jener Stelle geht, an der die beiden Hälften des Doppelembryo, Fig. 1, auseinanderweichen. Er weicht von dem vorhergehenden nur dadurch ab, dass die Hälften weniger stark gegen einander geneigt sind. Dies kommt offenbar daher, dass die Vorragung de Dotters zwischen beiden Embryonalhälften viel höher und co vexer ist, als in Fig. I, 2.; sie hat hier ihre grösste Höhe reicht, wie ich gleich bemerken will, und fällt jenseits die

Schnittes gegen den Punkt, wo die beiden Hälften des Doppelembryo wieder in ein äusserlich völlig einfaches Wesen verschmolzen, zu.

Die Hervorragung des Dotters an dieser Stelle über das Niveau der Dotterkugel ist eine ganz bedeutende und setzt die sie bedeckende Epidermis mit dem Sinnesblatte in einem spitzen Winkel gegen die Oberfläche der beiden Embryonen ab. Die beiden Rückenmarke sind hier vom Sinnesblatte vollkommen abgeschnürt und ist auch das linke viel vollständiger als auf dem vorigen Durchschnitte.

Die linke Hälfte des Doppelembryo zeichnet sich ferner durch das getrennte Auftreten des Chordaquerschnittes aus, innerhalb dessen die primitive Anlage der Aorta, die von mir Aortenstrang (*ae*) genannt wurde, erscheint. Noch auffallender ist es, dass hier medianwärts vom Rückenmark ein zweiter Querschnitt eines Urwirbels (*Uw*) auftritt, der aber bedeutend kleiner ist, als der nach aussen vom Rückenmarke gelegene. Auf den folgenden Querschnitten durch die getrennten Hälften des Doppelembryo erhielt sich diese Urwirbelmasse, auf dem rechten Querschnitt [illegible] keine ihr entsprechende auf. Von den Schnitten durch jene Stelle, wo die beiden Hälften des Doppelembryo wieder ineinander flossen, will ich nur erwähnen, dass der Dotter[illegible] verschwand und statt seiner nur ein Haufen von grossen wie aufgeblähten Zellen des oberen Keimblattes die beiden Rückenmarke oben trennte. Auf den weiteren Durchschnitten flossen zuerst beide Darmquerschnitte in einen zusammen (Fig. I. 4. *Dm*), dagegen blieben die Rückenmarke noch lange getrennt, und erst nachdem die Aorten und Chordae verschmolzen waren, schickten sich auch die Rückenmarke zur Vereinigung an, indem ihre medialen Wände ineinanderflossen. Auf dieser Strecke des Doppelembryo erhielt sich die zweite kleinere Urwirbelmasse des Durchschnittes, Fig. I. 3., ebenfalls; sie keilte sich zwischen beide Rückenmarke und Chordae ein, und bildete eine rhomboidale, unpaare, mittlere Zellmasse, welche auffallend die Schichtung des Urwirbels zeigte, nämlich einen Kern aus rundlich polygonalen Zellen und eine Rinde aus radiär gestellten, mehr länglichen (Fig. I. 4. *Uw*). Dieser unpaare, mediane Urwirbel ist also offenbar nicht aus

zwei verschmolzenen, medialen Urwirbeln der beiden Hälften des Doppelembryo entstanden, sondern er stellt einfach den der linken Hälfte desselben angehörigen, zweiten oder medialen Urwirbel dar, da auf keinem der sämmtlichen successiven Durchschnitte auf der anderen Seite ein Paarling zu diesem Urwirbel auftrat. Endlich folgten hinter dem Durchschnitte, Fig. I, 4., noch einige Schnitte mit vollkommen einfachen Medialorganen, Mark, Chorda, Aorta und Darm, welche sich von entsprechenden Durchschnitten normaler Embryonen derselben Entwickelungsstufe in nichts unterschieden.

Die äusserlich sichtbare Spaltung, sowie die totale innere reichte also an diesem Embryo nach vorne bis hinter die Lebergegend, während die Verdoppelung einzelner Organe, wie des Rückenmarkes und der Chorda, noch bis in die Gegend gleich hinter dem Ohre sich erstreckte. Nach rückwärts zu hatte ein ähnliches Verhältniss zwischen äusserer Spaltung und der blossen Duplicität innerer Organe statt; leider lassen sich hier die Grenzen durch nichts genauer bestimmen, nur soviel lässt sich sagen, dass das hinterste Rumpfende jedenfalls schon völlig einfach war.

Embryo Fig. 2. Dieser Embryo war dem vorigen äusserlich sehr ähnlich, ist aber auffallend kürzer; auch im Verhältniss zu seiner Breite ist der Embryo, mit anderen von einem solchen Stadium verglichen, auffallend kurz. Die Spaltung reicht äusserlich weiter nach vorne, als im vorigen Embryo, und in demselben Masse gilt das auch bezüglich der Spaltung des Rückenmarkes, welche sich über die Grenze der äusserlichen Spaltung noch hinaus erstreckt. Der Embryo macht den Eindruck, als hätte man es mit einem Individuum zu thun, das in seinem Längswachsthum sehr zurückgeblieben ist. Bezüglich seiner Gesammtorganisation zeigte sich, dass er allerdings um etwas weniges jünger war, als der Doppelembryo Fig. 1.

Wenn wir mit der Durchmusterung der Durchschnitte von vorne beginnen, so finden wir die ersten Spuren der Verdoppelung hinter den Augen, zwischen diesen und den Ohrbläschen, und zwar beginnt dieselbe hier mit einer leichten Einknickung der oberen Gehirnwand, in welche sich die Epidermis mit

einem Häufchen grosser aufgeblähter Zellen einsenkt. Diese Einknickung der oberen Wand gewinnt rasch an Tiefe, die Epidermis wuchert entsprechend in dieselbe nach, und schon auf einem Schnitte noch vor den Ohrbläschen bemerkt man neben einander zwei vollkommene Gehirne, die nur mittelst ihrer untersten Partien zusammenhängen, deren Höhlen hier also noch communiciren. (Fig. II. 1. *Mr.*)

Noch einen Durchschnitt weiter, so erleidet auch die untere Wand des Gehirns eine Einknickung, die mit der der oberen verschmilzt, und der nächste Querschnitt, der durch eines der beiden Ohrbläschen geht, zeigt bereits zwei vollkommen getrennte Gehirne. Alle übrigen Organe sind noch einfach, die Mund-Kiemenhöhle und das Kopfplattenpaar.

Auf dem ersten Querschnitte durch eines der beiden Ohrbläschen tritt die einfache aber sehr dicke Chorda und das zu einem breiten Schlauche verzerrte, weil schräg getroffene, einfache Herz auf.

Die zunächst folgenden Schnitte trafen die beiden Hälften des Doppelembryo nicht mehr symmetrisch, so dass nie, weder beide Ohrbläschen, noch beide Leberanlagen auf einem Schnitte vereint waren. Der Durchschnitt, Fig. II, 2., zeigt die beiden Gehirne durch eine unpaare dünne Zellmasse getrennt, unter dem rechten und linken Gehirn befindet sich je ein Chordaquerschnitt, von denen der linke jedoch sofort auf den folgenden Durchschnitten verschwand, um nie mehr wiederzukehren. Links sieht man die vordere Wand des linken Ohrbläschens, die Kiemenhöhle und deren Übergang in den Darm, rechts den Querschnitt eines Urwirbels und des Darmes hinter der Leberanlage.

Einige Durchschnitte weiter rückwärts trafen zuerst den rechten Darm mit der rechten Leberanlage und das Ende des linken Ohrbläschens, dann den linken Darm mit der Anlage der linken Leber (Fig. II, 3. *L*), welche jedoch bedeutender zu sein schien, als die rechte. Aus diesen Durchschnitten geht hervor, dass der Darm sich beim Übergange auf die Mund-Kiemenhöhle schon zu theilen begann. Von nun ab traten auf den successiven Durchschnitten dieselben Verhältnisse auf, wie an denen des Embryo Fig. 1. Die Querschnitte der beiden Hälften des

Doppelembryo rücken auseinander und sind nur durch eine Brücke von Epidermis und Sinnesblatt verbunden; sie neigen sich zuerst stark gegen einander, kurz vor der hinteren Vereinigungsstelle tritt eine partielle Hervorwölbung des Dotters zwischen beiden Durchschnitten auf, über der die Epidermiszellen gewuchert sind, und welche selbst von einer Anzahl von grossen Zellen durchsetzt ist, die wahrscheinlich alle dem Sinnesblatte angehörten. So stellte denn dieser Höcker zwischen den beiden Rückenmarken eine Art von Geschwulst des oberen Keimblattes dar.

Kurz hinter dieser Stelle vereinigen sich die beiden Embryonalhälften von neuem zu einem äusserlich völlig einfachen Hintertheile. Der Darm wurde unpaar und lag unterhalb der Chorda, und mit dieser unter dem rechten wohlentwickelten Rückenmarke, das linke, welches schon von der Gegend hinter der Leber an das schwächer entwickelte war (ungefähr wie in Fig. I, 2. links) ist auf ein über dem linken Urwirbel gelegenes und in denselben eingedrücktes, rudimentäres Organ reducirt, das in Fig. II, 4. schon kaum halb so mächtig erscheint, als das rechte. Aber erst auf dem letzten Durchschnitte schien dieses sich immer mehr reducirende zweite Mark ganz aus der Organisation zu verschwinden, indem es in das rechte aufging. Die Spaltung des Rückenmarkes reicht also hier auch nach rückwärts weiter als im Embryo Fig. 1. Das hintere Leibesende war aber in dem Embryo Fig. 2. viel weniger entwickelt, als in dem Fig. 1., und so dürfte die Erwartung gerechtfertigt sein, dass, falls die weitere Entwickelung des Thieres nicht gestört worden wäre, sich auch hier noch ein ansehnliches Stück Leib mit vollkommen einfacher Organisation gebildet haben würde.

Embryo Fig. 3. Bei diesem Embryo begann die Verdoppelung des Nervensystems einige Durchschnitte vor den Ohrbläschen als eine kleine seitliche Ausstülpung der linken Wand des Gehirns. Dieselbe wuchs auf Kosten der Dimensionen des Stammtheiles des Gehirns heran, so dass in der Gegend der Ohrbläschen selbst ein doppeltes Medullarrohr auftrat, Fig. III, 1. Die medialen Wände beider Gehirnquerschnitte

gehen oben in einander über, die lateralen in das Sinnesblatt. Der ganze Querschnitt des Embryo war an dieser Stelle sehr verbreitert. Links und rechts vom Doppelhirn zeigen sich in der Fig. III, 1. die Ohrbläschen, die aber nicht symmetrisch getroffen sind. Unterhalb des Gehirns sieht man die hintere Partie der Mund-Kiemenhöhle (*Kh*) oder den Pharynx und darüber die Querschnitte eines Aortenbogenpaares (*Aob*). Endlich zeigt die Figur das Herz mit dem Mesocardium (*Mc*) innerhalb der beiderseits geschlossenen Pericardialhöhle (*Pc*).

Geht man mit den Durchschnitten weiter nach hinten, so tritt zuerst unterhalb des grösseren Medullarrohres ein Chordaquerschnitt auf, und gleich darauf ein etwas dünnerer unter dem kleineren Medullarquerschnitte. Dagegen blieben die übrigen Organe einfach bis hinter die auffallend voluminöse Anlage der Leber. Die Zellmasse, welche sich in Fig. III, 1. über dem Darm befindet und sich etwas zwischen beide Rückenmarksquerschnitte von unten einschiebt, wurde bis dorthin immer grösser, d. h. besonders höher, so dass sie nachgerade als ein unpaarer medialer Urwirbel aufgefasst werden konnte. Hinter der Leber trat dann unter den lateralen, symmetrischen Urwirbeln (*Uw*) je eine intermediäre Zellmasse (*iZ*) und nach aussen von derselben je ein Urnierengang auf; der Darm aber theilte sich in zwei getrennte Röhren, welche durch die jederseitigen Peritonealplatten von den Urnierengängen getrennt waren, also unter denselben lagen, Fig. III, 2.

Die Fig. III, 2. zeigt rechts einen doppelten Chordaquerschnitt, eine Erscheinung, die wohl blos auf die Bildung einer Krümmung oder eines Auswuchses der Chorda zurückzuführen ist, da sie auch auf Schnitten aus anderen Mesodidymis auftrat, aber immer nur sporadisch. Noch einige Schnitte weiter rückwärts verschwand die Chorda der linken Embryonalhälfte, die lateralen Urwirbelmassen neigten sich immer mehr gegen einander und drängten die Rückenmarke mehr und mehr vom Sinnesblatte ab, Fig. III, 3., so dass sich endlich die Querschnitte derselben mit ihren ursprünglich nach oben gekehrten Wänden fast ganz gegenüber standen und endlich in dieser Stellung unter einander verschmolzen. Ein Querschnitt, der das letztere am deutlichsten zeigte, wurde nicht gezeichnet, da er

ein zu verzerrtes und im übrigen Detail zu schwer entwirrbares Bild gegeben hätte.

Bald hinter der Stelle, welcher der Durchschnitt Fig. III, 3. entnommen ist, wichen die beiden Hälften des Rückenmarkes auseinander, indem sich eine dem Sinnesblatte angehörende Zellmasse dazwischen drängte (Fig. III, 4. *sG*), ein Analogon jener Zellmassen, die wir auch bei den vorigen Embryonen die Stelle bezeichnen sahen, an welcher die Spalte zwischen den beiden Embryonalhälften rückwärts endet. Sie bestand auch hier aus grossen aufgeblähten Zellen und schien einen Ausläufer (*sG'*) unter das Medullarrohr der rechten Seite zu schicken. Sie selbst ist zwischen die beiden Hälften des Doppelembryo fest eingekeilt, nur an ihrer Oberfläche von Epidermis bekleidet, welche sich links und rechts in die der beiden Embryonalhälften continuirlich fortsetzt. Dieses Gebilde ruht auf einer anderen kleinen Zellmasse auf, deren Bedeutung mir unbekannt ist, und diese wieder sitzt einer flach convexen Hervorragung des Dotters auf. Die Zellmasse (*sG*) erschien auf einigen Durchschnitten; wo sie aufhörte, da flossen bald die beiden Rückenmarksquerschnitte in einander, die mediale Urwirbelmasse (*Uw'*), welche sich auf den Durchschnitten Fig. III, 2., 3., 4. der linken Embryonalhälfte zugesellt hatte, verschwand allmälig aus der Organisation (Fig. II, 5. *Uw'*), die beiden Darmquerschnitte vereinigten sich ebenfalls bald, und zuletzt auch die beiden Chordae. Somit war die Organisation des Doppelmonstrums wieder in die eines einfachen normalen Embryo übergegangen und zwar so, dass noch ein ganz ansehnliches Stück eines vollkommen einfachen Hinterleibes übrig blieb.

Embryo Fig. 4. Gegenüber dem Embryo der Fig. 3., an dem die Verdoppelung des Medullarrohres so weit vorne begann und die Verdoppelung einzelner Organe überhaupt auf ein so grosses Stück des Leibes ausgedehnt war, bietet der Embryo Fig. 4. eine nur auf ein ganz kleines Stück des Hinterleibes beschränkte Verdoppelung der medialen Organe dar.

Ich beginne mit der Beschreibung der Durchschnitte hier von hinten.

Vor allem anderem muss ich erwähnen, dass das hinterste, einfache Leibesende noch sehr unentwickelt war, aber entschieden ganz der Anlage des Schwanzes entsprach, in den sich wohl das Rückenmark, nicht aber der Darm erstreckt. Eine Chorda war hier in der Zellmasse, welche das Rückenmark unten und seitlich umgibt, noch nicht unterscheidbar; ebenso fehlte sie anscheinend auf Durchschnitten, die schon in das Bereich des Hinterdarmes fielen. Das Rückenmark trat zum ersten Male als eine rundlich-viereckige Zellmasse auf, die an ihrer oberen Seite nabelförmig eingezogen ist und ein Lumen kaum noch erkennen lässt. Ein paar Schnitte weiter nach vorwärts trat der zuerst einfache Darm auf, über dem jedoch das Rückenmark schon deutlich eine beginnende Duplicität erkennen liess; es war sehr verbreitert, oben tief eingezogen, wie bohnenförmig. In den Nabel an der oberen Seite des Rückenmarkquerschnittes senkte sich eine aus wenigen Zellen bestehende, dem Sinnesblatte angehörige, geschwulstartige Masse ein, welche der Beginn der bei allen bisher beschriebenen Embryonen auftretenden Geschwulst (*sG*) war. Bald wurde diese Masse mächtiger (Fig. IV, 1.) und drängte die Rückenmarke völlig auseinander, die sich nach einwärts umlegten (Fig. IV, 1. *Mr*). Die Epidermis senkte sich links und rechts als tiefe Falte je zwischen diese Zellmasse und die beiden Rückenmarksquerschnitte ein. Unterhalb jener Zellmasse liegen hier die Querschnitte des jetzt doppelten Darmes (*Dm*) und nach aussen von diesen die Urnierenfalten (*Ug*).

Das eben beschriebene Bild wiederholte sich auf einigen Durchschnitten, nur dass sehr bald statt der Urnierenfalte der abgeschnürte Urnierengang auftrat. Allmälig verschwand dann die geschwulstartige Zellmasse des Sinnesblattes und die Querschnitte der Medullarrohre flossen wieder zusammen (Fig. IV, 2.).

Kurz vor dem Zusammenfliessen der Rückenmarke trat unter dem einen derselben ein Chordaquerschnitt auf (Fig. IV, 2. *Ch*), der aber, da die beiden Därme noch nicht vereinigt waren, dem Dotter unmittelbar aufruhte, so dass er wie zwischen die beiden intermediären Zellmassen eingekeilt erschien. Dieses letztere Verhältniss erhielt sich auch auf einem Durchschnitte Fig. IV, 3., wo die Därme sich eben unter der Chorda

vereint hatten. Von da ab rückte die Chorda wieder an ihren normalen Platz, und das vor dem Fig. IV, 3. abgebildeten Querschnitte gelegene Leibesstück bot nicht mehr die geringste Abweichung von dem Typus der Organisation des einfachen normalen Embryo dar.

Die soeben beschriebenen vier Embryonen befanden sich nahezu auf einem und demselben Stadium der Entwickelung. Ein bedeutend weiter vorgeschrittenes Stadium stellt der Embryo Fig. 5. dar, den ich gleichzeitig mit noch einigen anderen Mesodidymis dem Brütapparate entnommen habe.

Von diesen Embryonen war der in Fig. 5. abgebildete der einzige gerade gestreckte, und daher auch der einzige, der mit Erfolg seiner ganzen Länge nach in Querschnitte zerlegt werden konnte. Die anderen waren alle unter einem stumpfen oder sogar ziemlich spitzen Winkel in der Mitte seitlich abgebogen. Alle diese Embryonen zeigten auf das deutlichste schon von aussen die Spaltung eines meist beträchtlichen Mittelstückes ihres Leibes. Die Spaltung ging bei einigen tiefer, wie bei dem in Fig. 5., bei anderen war sie blos durch eine seichte Furche kenntlich, welche auf der verbreiterten Rückenfläche des Fischchens entlang lief. Noch einige andere Embryonen boten eigenthümliche Verkrümmungen oder winklige Biegungen des Schwanzes oder des ganzen hinteren Leibesendes dar, während sie bis auf eine abnorm grosse Breite oder Höhe des verkrümmten Theiles normal gebaut schienen. Das Studium späterer Entwickelungsstadien schon ausgeschlüpfter Zwillingsfische mit verschiedenen Arten der Verdoppelung bot mir Anhaltspunkte genug, um auch diese Exemplare für Missbildungen vom Genus der *Mesodidymi* mit sehr geringem Grade der Verdoppelung erklären zu dürfen.

Embryo Fig. 5. An diesem Mesodidymus begann die Spaltung äusserlich schon gleich hinter der Ursprungsstelle der Brustflossen und hörte an der Schwanzwurzel auf. Innerlich begann die Verdoppelung zunächst im Rückenmarke, ebenfalls gleich hinter der Gegend der Brustflossen und zwar mit ein

male bei gleichzeitiger Verdoppelung der Chorda. Die Spaltungsproducte waren hier von Anfang bis zu Ende fast gleich mächtig und vollkommen entwickelt. Die vollkommen gleichmässig entwickelten Rückenmarke wurden dann von oben her durch eine spitzwinklige, einspringende Falte des Sinnes- und Hornblattes getrennt, von unten her durch eine unpaare, schmale, dreieckige Zellmasse, welche grösstentheils bindegewebiger Natur zu sein schien. (Ein knorpeliger Rückgrat war überhaupt noch nicht gebildet.) Sehr bald theilte sich dann auch das Darmrohr in zwei getrennte Röhren mit je eigenem Mesenterium.

In der Lebergegend wichen beide Embryonalhälften auseinander, so dass sich zwischen den medianwärts umgelegten Rückenmarken eine breite Brücke von Horn- und Sinnesblatt und Bindegewebe ausbreitete, unter welch' letzterem sich auf dem Dotter Durchschnitte von grösseren Gefässen befanden, deren Wand nur aus einer einzigen Lage grosser, ganz platter, gekernter Zellen bestand. Jede Hälfte des Doppelembryo besass eine eigene, gut entwickelte Leber, e i n e n Urnierengang und e i n e Reihe lateraler Urwirbel, an denen bereits die Musculatur ausgebildet war. Mediale Urwirbelrudimente waren nur andeutungsweise an manchen Stellen vorhanden, und war in ihnen die Musculatur noch gar nicht oder doch nur spärlich vorhanden.

Fig. V, 1. zeigt einen Durchschnitt durch die Lebergegend mit den beiden Lebern, Fig. V, 2. einen solchen durch das vom Dottersacke schon abgeschnürte gespaltene Stück des Hinterleibes. Wo die beiden Embryonalhälften einige Durchschnitte weit hinter dem in Fig. V, 2. abgebildeten wieder aneinander rückten, zeigte sich zwischen denselben wieder jene geschwulstartige Zellmasse des Sinnesblattes, in der Art und Weise, wie sie die Figuren III, 4. und IV, 1. darbieten. Diese Geschwulst ist auch in der Zeichnung des Embryo Fig. 5. am hinteren Winkel der Spalte als rundlicher Knoten sichtbar. Etwas vorher hatten sich die Därme wieder vereint. Das äusserlich einfache Stück des Leibes gehört blos dem Schwanze des Fischchens an. Hier verschmolzen die beiden Rückenmarke sehr bald von oben her, wie in Fig. I, 4. Ebenso wie in Fig. I, 4. trat dann auch eine me-

diale, unpaare, aus Muskelelementen bestehende Urwirbelmasse auf, die sich erst nach der völligen Vereinigung der beiden Rückenmarke im hintersten Viertel des Schwanzes verlor. Fig. V, 3. zeigt die beinahe völlig erreichte Verschmelzung der Rückenmarke. Zuletzt verschmolzen die Chordae völlig, es blieb somit in diesem Falle nur ein kleines Stück Schwanz mit vollkommen normaler, einfacher Organisation übrig, und die Verdoppelung des Centralnervensystems und der Chorda überschritt die äusserlich wahrnehmbare Spaltung um ein bedeutendes.

An den Embryo der Fig. 5. schliesse ich die Abbildungen dreier völlig ausgebildeter *Mesodidymi* (Fig. 9., 11. und 12.) an, die ihren Dottersack seit ein bis zwei Wochen schon verloren hatten. Dieselben stellen äusserlich völlig einfache Individuen dar, und würde Niemand dieselben für *Mesodidymi* halten, der nicht die eigenthümlichen Verkrümmungen solcher in früheren Stadien beobachtet hat, in Stadien, in denen die innere Duplicität noch äusserlich deutlich erkennbar war. Der Grad der Verkrümmung solcher Fischchen hängt vom Grade der Mesodidymie ab, zunächst von ihrer Ausdehnung in die Länge und von der ungleichen Entwickelung der beiden Embryonalhälften; ferner von verschiedenen nicht genauer angebbaren Verhältnissen in der Organisation solcher Missbildungen. Alle diese *Mesodidymi* schwammen trotz ihrer Verkrümmung im Wasser häufig und munter herum, und erlagen, wenn nicht einer Invasion von Pilzen, wohl nur dem Mangel an Futter.

Eine genauere Beschreibung dieser drei *Mesodidymi* halte ich für überflüssig, da die Zeichnungen alles wiedergeben, was an denselben äusserlich zu sehen war, und eine Ermittlung ihrer inneren Organisation auf Querschnitten hier nicht möglich ist. Nur an einem einzigen Embryo konnte ich mich, da er ziemlich gestreckt war, von der noch vorhandenen Duplicität der Medialorgane auch auf Querschnitten überzeugen. Die Schnitte eignen sich aber nicht zur Abbildung, da das Rückenmark in Stücke zerbrach.

Fassen wir nun das zusammen, was sich aus den fünf beschriebenen Mesodidymis (Fig. 1.—5.) ergibt, so sehen wir:

1. Die Verdoppelung betrifft fast nur die unpaarigen Organe, d. h. solche, welche in der Medianlinie liegen, selten nur und in unvollkommener Weise die denselben zunächst liegenden Urwirbel, während Gehörorgane, Urnieren, Brustflossen und Bauchflossen niemals in doppelter Anzahl gefunden wurden.

2. Die Verdoppelung des Centralnervensystems und der Chorda war stets auf eine längere Strecke ausgedehnt, als die des Darmes und seiner Adnexa.

3. Der Grad der Spaltung des ganzen Embryo, d. h. ihre Ausdehnung in die Länge und die Länge der Strecke, auf der man einzelne Organe doppelt trifft, hängen von einander nicht genau ab.

4. Die Spaltung betrifft nie das Sinnes- und Hornblatt zwischen den Centralnervensystemen mit. Im Übrigen können entweder das mittlere und untere Keimblatt gespalten sein oder letzteres allein, während dann zwischen den Gebilden des mittleren Blattes die Continuität nicht aufgehoben ist (bei den Embryonen Fig. 3., 4.).

5. Die Spaltung des Embryo oder die Verdoppelung einzelner Organe nimmt in den extremen Fällen die Strecke von vor den Ohrbläschen bis tief in den Schwanz ein, oder sie ist nur auf eine ganz kleines Stück des Rumpfes beschränkt, das gerade vor der Schwanzknospe liegen kann, wie in Fig. 4.

6. In den beobachteten Fällen findet man stets nahe der Stelle, wo die völlige Spaltung des Embryo aufhört, oder wo die Wiedervereinigung der Centralnervensysteme beginnt, zwischen diesen letzteren eine eigenthümliche grosszellige geschwulstartige Masse, welche dem Sinnesblatte angehört [1].

Ich knüpfe an Nr. 5. Folgendes an: Wir sehen die Verdoppelung des centralen Nervensystems in Fig. 4. bis an die Schwanzknospe reichen, während in Fig. 5. die Spaltung des

---

[1] Vom Herzen glaube ich, dass es ebenfalls doppelt würde, falls die Spaltung weit genug nach vorn und nach unten greifen würde, wie denn auch Lereboullet l. c. Nr. 47. einen solchen Embryo mit zwei Herzen beschreibt und in seiner Fig. 27. abbildet.

ganzen Embryo bis zur Schwanzwurzel, die Verdoppelung des Rückenmarkes bis tief in den Schwanz selbst reicht. Es wäre nun denkbar, dass die Spaltung des ganzen Embryo auch noch die Schwanzknospe durchschnitte. In diesem Falle würde aus dem Mesodidymus ein Katadidymus. Einen solchen Katadidymus, wie er direct aus dem Mesodidymus der Fig. 4. abgeleitet werden kann, zeigt die Fig. 6. Wir sehen hier einen Embryo mit vollkommen gespaltenem, hinterem Ende, die Schwanzknospe und das an sie zunächst angrenzende Stück des Hinterleibes sind bis auf das obere Keimblatt, das zwischen beiden eine Brücke bildet, vollkommen gespalten. Dasselbe ist der Fall bei dem Embryo Fig. 7., der einen noch höheren Grad der Katadidymie zeigt, indem die Spaltung bis nahezu an die Mitte des Rumpfes reicht.

Endlich füge ich noch einen höheren Grad dieser Art der monströsen Duplicität bei, Fig. 8., von ***Trutta Forio***, in welchem wir die Spaltung Schwanz und Rumpf völlig treffen, und im Hinterkopf, oder besser gesagt an den ***Lobis opticis*** enden sehen. Alle diese ***Katadidymi*** haben mit den früher beschriebenen Mesodidymis das gemein, dass die Verdoppelung hauptsächlich blos die medialen Organe betrifft. Jedoch waren im Embryo Fig. 7., den ich wegen der geringen Divergenz seiner Hintertheile gut in Schnitte zerlegen konnte, die medialen Urwirbel im hinteren Theil des rechten längeren Leibesendes ziemlich wohl entwickelt, während sie im vorderen Theile desselben und im linken kleineren Leibesende nur schwach und weiter nach vorn gar nicht entwickelt waren.

Über den Embryo Fig. 6. kann ich in dieser Beziehung keine sicheren Aussagen machen, da die Durchschnitte durch das doppelte hintere Leibesende schief gehen mussten und deshalb und wegen der noch sehr geringen Differenzirung der Organe eine Deutung des Bildes nicht möglich war. Den Embryo Fig. 8. von ***Trutta Forio*** in Schnitte zu zerlegen, unterliess ich ganz, da die geschlängelten Leiber lauter verworrene Schrägschnitte gegeben haben würden. Von diesem Embryo kann ich jedoch mit ziemlicher Sicherheit behaupten, dass mediale Urwirbelreihen fehlen, oder höchstens ganz weit hinten in sehr rudimentärer Gestalt auftreten. Sicher fehlte aber ein zweites

Paar Ohrbläschen, während die einzigen zwei vorhandenen deutlich zu sehen sind.

Bei den Embryonen der Figuren 6. und 7. muss ich noch auf eines aufmerksam machen, nämlich auf jene grosszellige geschwulstartige Masse, die dem Sinnesblatte angehört, oder sich zwischen beide Rückenmarksquerschnitte einkeilt, gerade so wie in den früher beschriebenen Mesodidymis. Ein Unterschied besteht hier nur bezüglich der Lage dieser Masse; während sie bei den Mesodidymis im hinteren Winkel der Spalte lag, findet sie sich bei den Katadidymis dort, wo sich die Spaltungsproducte nach vorne zu vereinen. Ob auch im Embryo Fig. 8. eine solche geschwulstartige Zellmasse des Sinnesblattes existirte, kann ich nicht sagen.

So weit meine Beobachtungen bei *Salmo Salvelinus*, respective *Trutta Fario* — ich reihe an dieselben nun einige Beobachtungen von Lereboullet an, die ich einer kurzen Besprechung unterziehen will, da sie die meinigen vielfach ergänzen. Was zunächst die *Mesodidymi* betrifft, so hat Lereboullet in einem Falle eine Verdoppelung des Herzens beobachtet, so dass also das Individuum eine weiter nach vorn gehende totale Spaltung gezeigt haben muss, als irgend eines der von mir beschriebenen.

Weiter will Lereboullet öfter bei seinen Mesodidymis vier Ohrbläschen beobachtet haben, welche jedoch ungleich gross waren. Die beiden grösseren lagen stets mehr nach vorne, die beiden kleineren etwas weiter rückwärts und mehr nach aussen. Solche Embryonen bildet Lereboullet in seinen Figuren 27. und 29. ab. Lereboullet selbst fiel es jedoch schon auf, dass diese Ohrbläschen nicht an ihrem normalen Platze lagen, zwei davon hätten eigentlich zwischen den Spaltungsproducten des Gehirns liegen müssen; er glaubt daher, dass sie wohl später verschwinden würden. Der Zweifel, ob diese kleineren Bläschen auch Ohrbläschen gewesen seien, liegt wohl nicht so fern, und ich kann denselben umsoweniger hier ganz unterdrücken, als ich bei *Trutta Fario* und *Salmo Salvelinus* in einer gewissen Entwickelungsperiode hinter den Ohrbläschen im vorderen Bereiche der Gegend, wo die Brustflossen sich eben anzulegen beginnen, ein ganz kleines paariges

Bläschen, und zwar constant antraf, das dem Sinnesblatt angehört, über dessen Bedeutung ich mir aber umsoweniger klar bin, als es später wieder zu verschwinden scheint. Seine Lage hat dieses Bläschen also hinter dem Ohrbläschen und zwar weiter nach aussen, in der Mitte auf dem Urwirbel, während das Ohrbläschen dem Centralnervensystem anliegt.

Eigentliche *Katadidymi*, wie die drei von mir gezeichneten, hat Lereboullet nicht beobachtet, doch beschreibt er in Fig. 30. einen Embryo mit einem normalen Kopfende, einer einzigen Reihe von Urwirbeln und einem von der Medulla abgehenden nach hinten divergirenden und frei endenden rudimentären Rückenmarke ohne Urwirbel. An diesem Embryo ist nun der Schwanz gespalten, und hier trägt jeder der beiden Schwänze entschieden blos eine Urwirbelreihe. Lereboullet erklärt sich dieses Monstrum so, dass es ursprünglich vom Kopf ab aus zwei Hälften bestand, von denen an der einen das Mittelstück zu Grunde ging, und nur das vorderste und hinterste oder Schwanzstück sich erhielten. Was den Schwanz anbelangt, so haben wir hier gewiss einen Katadidymus, der insofern in den Kreis der von mir beschriebenen Anomalien passt, als jedem Schwanze eine zweite Urwirbelreihe fehlt. Dagegen hat Lereboullet einen Anadidymus beobachtet mit zwei rudimentären Köpfen und Spaltung ungefähr bis zum fünfzehnten Urwirbel, an dem, im Gegensatz zu den übrigen von ihm beobachteten Anadidymis, die medialen oder auch nur eine unpaare mediale Urwirbelreihe, wie sie sonst hier vorzukommen pflegen, fehlen. (Siehe l. c. Fig. 36., 37., 38., 39.)

So hätten wir denn sowohl eine Classe von Katadidymis, als auch von Anadidymis kennen gelernt, die mit der der beschriebenen *Mesodidymi* das gemein hat, dass die Verdoppelung hauptsächlich nur die in der Medianebene liegenden Organe betrifft, während die Verdoppelung lateraler Organe höchstens noch in unvollkommener Weise auf die Urwirbel sich erstreckt, womit dann in allen Fällen ein Übergang zu Doppelmonstris mit vollkommener Verdoppelung aller in ihren Bereich fallenden Organe gegeben ist.

Ich habe nun die *Mesodidymi* in Bezug auf ihre Verwandschaft zu anderen Classen von Missbildungen beleuchtet und v

mir noch erlauben, einige Worte über die Entstehungsweise derselben zu sagen. Die Bildungsweise der *Mesodidymi* geht nach Lereboullet so vor sich: Wenn der „Germe embryonnaire" oder die „Bandelette primitive" rudimentär ist, der „Bourrelet embryogène" oder Keimwulst von einer gewissen Dicke, so liefert der letztere selbst die beiden Hälften des Rumpfes. Das heisst: die Bandelette primitive besteht nur aus dem Kopftheil des Embryo, in den Rumpf wandelt sich der Keimwulst um, indem er direct links und rechts der Quere nach in Urwirbel zerfällt, während an seiner äusseren Seite die beiden Medullarrohre auftreten. So bilden denn die beiden Rumpfe, nachdem der Keim den Dotter zur Hälfte oder weiter umwachsen hat, einen Ring, der offenbar dem Dotterloch (Vogt) entspricht. An diesem Ringe kann man dann einen vorderen Schlusspunkt unterscheiden und einen hinteren; der erstere ist der Kopf, der letztere die Anlage des Schwanzes. Der Schluss des Dotterloches kann sich, wie sich aus allem ergibt, daher nicht dadurch bewerkstelligen, dass der Keimwulst einen immer enger werdenden Kreis bildet, der hinter der Schwanzknospe liegt, sondern wahrscheinlich blos durch concentrisches Auswachsen der beiden oberen Keimblätter rings vom Keimwulste aus, so dass das Dotterloch in diesem Falle nicht hinter der Schwanzknospe, sondern zwischen dem hinteren Ende des Kopfes und dem Anfange des Schwanzes liegen muss. In der That zeichnet denn Lereboullet das Dotterloch in Fig. 26, 28, 29, 35, deutlich mitten zwischen den Rumpfen der *Mesodidymi* vor der Schwanzwurzel.

So misslich es nun ist, dem, was ein anderer Forscher als genau und direct beobachtete Thatsache und durch naturgetreue Abbildungen unterstützt hinstellt, mit theoretischen Gründen entgegenzutreten, so kann ich dennoch nicht umhin, hier auf einige Consequenzen aufmerksam zu machen, die mir die Entstehungsweise der *Mesodidymi*, wie sie Lereboullet schildert, wenigstens nicht über allen Zweifel erhaben erscheinen lassen.

Ich gehe dabei allerdings zunächst von der Voraussetzung aus, dass die normale Entwickelung des Hechtes und der Forelle oder des Salblings im Wesentlichen dieselbe sei, und dass daher gleiche Anomalien hier wie dort auf gleiche Weise

entstehen müssen. Von dieser Voraussetzung ausgehend, muss ich gegen jene Entstehungsweise der *Mesodidymi* folgende Bedenken geltend machen:

1. Stellt man sich den Keim des Forellen- oder Salblingcies vor in einer Periode, wie ihn meine Fig. 8. l. c. zeigt, so sieht man, dass er eine runde, von einem Wulst umsäumte Platte darstellt. Von einem Punkte seiner Peripherie aus wächst nach innen zu der Leib des Embryo, nach aussen der Schwanz desselben hervor. Dieser Punkt der Keimperipherie oder des Keimwulstes kann somit vorläufig als der hinterste des ganzen Keimes angesehen werden, der ihm entgegengesetzte ist dann der vorderste. Man kann aber den hintersten Punkt des Keimwulstes, als den, welcher in der Medianlinie des Embryo und in dem letzteren selbst liegt, als einen medianen bezeichnen, gegenüber dem jeder andere Punkt des Keimwulstes als ein peripherer aufgefasst werden muss. Der vorderste Punkt des Keimwulstes wäre dann der am meisten von der Medianlinie des Embryo entfernte. Umwächst nun der Keim den Dotter, so wird dieser vorderste Punkt des Keimwulstes hinter den hintersten zu liegen kommen. Der Punkt, aus dem der Schwanz hervorwächst, ist jetzt der vorderste in der Peripherie des Dotterloches, — der ehemalige vorderste Punkt des Keimwulstes ist jetzt der hinterste der Begrenzung des Dotterloches.

Schliesst sich nun das Dotterloch, so wächst der Schwanz aus dem früheren vordersten Punkte der Peripherie des Dotterloches hervor und über die Schlussstelle hinweg. Kommt jedoch der Schluss des Dotterloches, wie Lereboullet für die Entwickelung der *Mesodidymi* angibt, nicht durch den Keimwulst in toto zu Stande, sondern wandelt sich dieser seiner Hauptmasse nach in die beiden Embryonalhälften des Rumpfes um, so stossen die beiden Endpunkte derselben nicht in dem vordersten Punkte der Peripherie des Dotterloches oder im früher hintersten und medialen Punkte des Keimwulstes zusammen (wie im normalen Zustande), sondern im hintersten Punkte der Peripherie des Dotterloches oder in dem ehemals vordersten, von der Medianlinie des Embryo entferntesten Theile des Keimwulstes. — Und aus diesem peripheren Theile des Wulstes soll nun der Schwanz des Embryo hervorwachsen, der

doch vorwiegend ein Axengebilde ist? — Ich meine, dass dies wohl Niemand, der die Schichtungsverhältnisse im Fischkeime kennt, für wahrscheinlich halten wird.

2. Wenn die Entstehungsweise der *Mesodidymi* nach Lereboullet vollkommen richtig ist, so müssen die beiden Rumpfhälften das ganze Ei umkreisen, — einmal wenigstens müssen sie einen grössten Kreis der Kugel umspannen. Dies hat nun allerdings für die Verhältnisse des Hechteies keine Schwierigkeiten, da hier die Dotterkugel im Verhältniss zum Keime oder zum Embryo bedeutend kleiner ist, als bei den grossen Eiern der im Winter laichenden Salme. Denn selbst, wenn man unsere Fig. 1. und 2. (oder 5.) berücksichtigt, bei denen die Spaltung sich fast auf den ganzen Rumpf erstreckt, so müssten diese beiden Rumpfhälften einmal ganz enorm ausgedehnt gewesen sein, was gewiss nicht wahrscheinlich ist. Berücksichtigt man aber den Mesodidymus unserer Fig. 4. mit einem so kurzen doppelten Rumpfstück, so scheint die Lereboullet'sche Annahme der Entstehungsweise der *Mesodidymi*, in der von ihm gegebenen Form wenigstens, ganz und gar auf die vorliegenden Verhältnisse im Salblingsei unanwendbar, und verliert dieselbe daher auch von dieser Seite aus betrachtet sehr an Wahrscheinlichkeit [1].

3. Wenn die eine der beiden Embryonalhälften der linken, die andere der rechten Hälfte des Keimwulstes entsprechen würde, so bliebe ferner die in der Mehrzahl der Fälle ziemlich auffallende Ungleichheit in der Entwickelung und Mächtigkeit der Embryonalhälften eines und desselben Doppelmonstrums unerklärlich, namentlich aber das so häufige, gänzliche oder mehr noch das theilweise Fehlen der Chorda in der schlechter entwickelten Hälfte.

4. Wir finden bei Lereboullet nirgends eine Angabe über das Verhalten des Darmes bei seinen Mesodidymis, dagegen liefert Lereboullet, wie ich glaube, den stricten Beweis, dass die sämmtlichen von ihm beobachteten zahllosen

[1] An den Embryonen der Fig. 1—4. war das Dotterloch bereits geschlossen.

Hechteier nie ein doppeltes Keimbläschen oder einen doppelten, respective zwei Keime besassen; sondern, dass sämmtliche von ihm in ihrer Entstehung beobachteten und in ihrer ersten Entwickelung direct verfolgten Doppelmissbildungen, welcher Art sie immer angehören, aus einem einzigen, einfachen Keime hervorgehen. Wenn aber dies letztere richtig ist, so ist vor allem anzunehmen, dass auch das Darmdrüsenblatt, das sich nie über den Bereich der primitiven Embryonalanlage hinaus erstreckt (wie ich l. c. gezeigt habe), ursprünglich ein Ganzes war.

Es fanden sich aber in unseren Mesodidymis stets zwei getrennte, weit auseinandergerückte Darmröhren, selbst dort, wo im mittleren Keimblatte (cf. Fig. II, 1.—3. od. Fig. III, 1.—5.) vollkommene Continuität herrscht. Es ist daher wohl der Gedanke nicht abzuweisen, dass hier einmal eine gewaltsame Laesio continui, wenigstens im Darmdrüsenblatte, stattgefunden hat. Wären es wirklich die beiden Hälften des Keimwulstes, welche sich direct in die beiden getrennten Hälften des Rumpfes umwandeln, so wäre die Anwesenheit eines doppelten Darmes längs der äusseren Seite jeder der beiden Embryonalhälften schlechterdings nicht zu begreifen.

Ich glaube, alle diese Argumente, welche ich hier vorgebracht habe, lassen Lereboullet's angebliche Beobachtung der Entstehungsweise der *Mesodidymi* kaum anders als im Lichte einer unhaltbaren Hypothese erscheinen, die auf einer Täuschung in der Beobachtung beruhen mag.

Eine gewaltsame Verletzung des Keimes ist schon einmal mit Glück zur Erzeugung einer Doppelmissgeburt von Valentin [1] beim Hühnchen in Anwendung gebracht worden; wir können uns aber auch denken, dass es durch dynamische Kräfte dahingebracht werden kann, dass im Innern des unverletzten Eies eine Störung in der Entwickelung des Keimes entsteht, wir können uns selbst denken, dass dadurch eine mechanische Verletzung des Keimes bewirkt werde, wovon uns die Versuche Dareste's [2] einige Beispiele geben. Ich halte es an und für

[1] Repertorium, Bd. II. 1857.

[2] Annales des sc. nat. IV. Sér. T. XIV, XVII, XVIII.

sich für unnöthig, diesen Gedanken weiter auszuführen, noch sehe ich mich hier gerade dazu veranlasst, und begnüge ich mich daher damit, denselben berührt zu haben, indem ich den Gedanken an die Möglichkeit einer mechanischen Verletzung des Keimes während der Bebrütung im Allgemeinen gerechtfertigt halte.

Um kurz zu sein, will ich denn gleich in medias res greifen und an jene stumpfe Hervorragung des Dotters erinnern, welche namentlich in Fig. I, 2. u. 3. und auf einigen Schnitten durch den Embryo der Fig. 2. (z. B. auch noch in Fig. II, 2. und Fig. III, 4.) deutlich vorhanden ist, und besonders immer an jener Stelle hervortritt, wo sich die geschwulstartige Masse des Sinnesblattes befindet. Sollte nicht hier, aus was immer für einem Grunde, die Dottermasse den Keim von unten her durchbrochen haben, — alle Schichten, die beiden unteren, oder blos die unterste? Es würde dann einfach von dem Orte, an welchem dies am Embryo geschah, von der Ausdehnung des Durchbruches in longitudinaler und verticaler Richtung, endlich von der Zeit abhängen, in welcher ein solcher Durchbruch erfolgte, ob ein Ana-, Kata- oder Mesodidymus oder sonst eine unregelmässige Missbildung entstehe, wie weit die Spaltung des Embryo, und an welcher Stelle desselben sie erfolgt. Es wäre hier nur noch auf Eines Rücksicht zu nehmen, nämlich darauf, dass die Spaltung des unteren Keimblattes bei unseren Mesodidymis nie so weit reicht, als die Verdoppelung des Medullarrohres. Ich glaube, dabei auf zweierlei aufmerksam machen zu sollen: auf das raschere Längswachsthum des Medullarrohres und auf seinen Bildungsmodus. Was den letzteren anlangt, so muss ich hier Folgendes bemerken: Das Medullarrohr ist zuerst ein solider, im Durchschnitte keilförmiger Strang, der aus dem mittleren Theile des Sinnesblattes herauswächst. Würde dieser Theil des Sinnesblattes gespalten oder trifft der Medullarstrang im Anfange seiner Entwickelung auf ein Hinderniss, so wird auf eine Strecke ein von unten her gespaltener Medullarstrang entstehen müssen. Wenn ich aber einem elastischen, in einer bestimmten Richtung wachsenden, länglichen Körper auch nur an einem Punkte einen Widerstand entgegensetze, so wird der dadurch erzielte Effect, ein Eindruck und Ausweichen der Theile an der dem Widerstande zugekehrten Fläche oder Kante,

sich nach beiden Seiten hin über jene Stelle, wo der Widerstand wirkt, hinaus fortpflanzen, und daraus glaube ich mir die Thatsache erklären zu können, dass das Rückenmark stets auf eine viel längere Strecke doppelt ist als der Darm. Ich habe es hiemit zugleich auch ausgesprochen, dass nicht blos eine Laesio continui in einem Keimblatte, sondern auch ein auf dasselbe wirkender Druck oder Widerstand eine Duplicität des aus demselben sich entwickelnden Organes bedingen kann.

Nehmen wir eine Spaltung oder einen fortgesetzten Widerstand vom Dotter her als Grund der Mesodidymie oder der monströsen Duplicität überhaupt an, so erklärt sich von selbst hieraus auch, warum die Spaltungsproducte in den meisten Fällen ungleich sind; besonders aber, warum die Chorda in der einen Embryonalhälfte oft auf gewisse Strecken oder auch ganz fehlt.

Ich habe nun nur noch zwei Fragen zu beantworten, die an mich gerichtet werden könnten: Warum trifft die Dottermasse, wenn sie in der besprochenen Weise excedirt, so häufig gerade den Axenstrang? und warum spaltet sie ihn nicht auch der Quere nach?

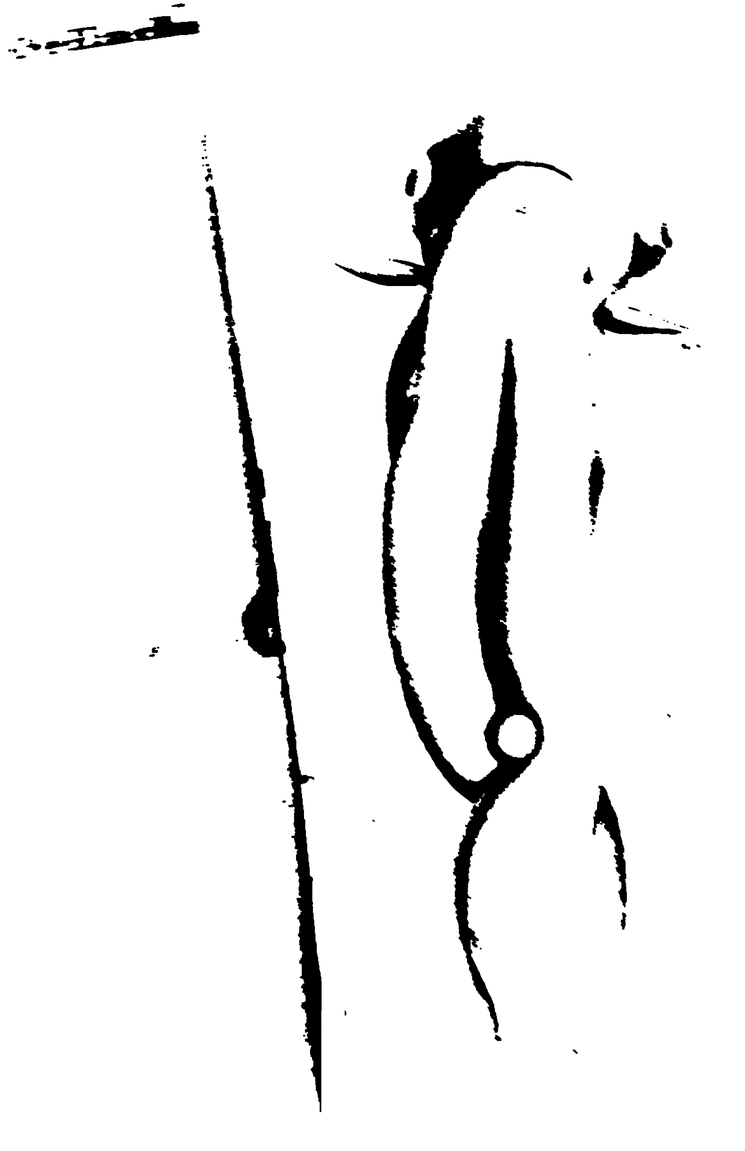
Ich gebe beide Möglichkeiten von vorneherein zu, dass der Keim auch seitlich vom Axenstrange getroffen werden kann, und dass er auch der Quere nach gespalten werden könnte. Allein der Widerstand des Keimes, sowohl was seine Dicke als die Intensität des Dickenwachsthums anlangt, nimmt lateralwärts vom Axenstrang rasch ab, hier würde es daher wohl kaum zu einer Spaltung kommen; der Keim würde in diesem Falle einfach ausweichen oder ausgebuchtet werden, ferner trifft die Dottermasse hier zunächst häufig nicht mehr auf den Keim direct, sondern zuerst auf die Keimhöhle, auf deren Flüssigkeit der Druck wirkt, und die ihn sofort vermöge der leichteren Verschiebbarkeit ihrer Theile auf ein grosses Areale vertheilt. Was die zweite Frage anlangt, so muss ich darauf antworten, dass der Widerstand eines Stabes, den er längs seiner grossen Axe leistet, geringer ist als der, den er der kleinen Axe nach leistet. In welcher Richtung nun der Widerstand ausgeglichen werden kann durch Biegung, da wird es am seltensen zur successiven Laesio continui kommen.

Es frägt sich nun nur noch, wie kommt die an der Spaltungsstelle in den beobachteten Fällen constant auftretende geschwulstartige Masse zu Stande? Ich bin aber in der That nicht im Stande, hiefür auch nur eine einigermassen plausible Hypothese aufzustellen. Wäre die Lereboullet'sche Ansicht der Entstehung der *Mesodidymi* die richtige, so wäre diese Masse wohl am ehesten als aus dem Schlusse des Dotterloches hervorgegangen denkbar; ich kann mich aber, wie ich soeben weitläufig auseinandersetzte, aus Gründen nicht mit derselben befreunden, und überlasse die Entscheidung späteren Studien.

Erklärung der Abbildungen.

I. Buchstabenerklärung.

A Auge.
Af Afterflosse.
Ao Aorta.
Aob Aortenbogen.
as Aortenstrang.
Bfl Embryonale Bauchflosse.
Brf Brustflosse.
Ch Chorda dorsalis.
D Dottermasse.
DL Vereinigte Anlage des Darmes und der Leber.
Dm Darm.
Ep Embryonale Epidermis (Hornblatt).
Gf Gefässe des Dottersackes oder der Brücke zwischen den b Embryonalhälften.
He Endothelialschlauch des Herzens.
Hmp Hautmuskelplatte (Anlage der Brustflosse).
iZ Intermediäre Zellmasse des mittleren Keimblattes, später U
Kh Mundkiemenhöhle.
Kp Kopfplatten.
L Leber.
Mc Mesocardium.
Mr Medullarrohr.
Ob Ohrbläschen.
Pc Pericardialhöhle.
pp Peritonealepithel. } Peritoneal- und Pericardialplatten
pp' Pericardialepithel. } Seitenplatten (Remak).
Pt Peritonealhöhle.
Rfl Embryonale Rückenflosse.
S Schwanzknospe oder Schwanz.
s Sinnesblatt.
sG' Geschwulstartige Masse des Sinnesblattes.
Sv Schwanzvene.
Ug Urnierengang oder Urnierenfalte.
Laterale Urwirbel.
Uw' Mediale Urwirbel.
Z Zellen vom Keime abstamme. d und im Dotter vergraben.



Gez v. U

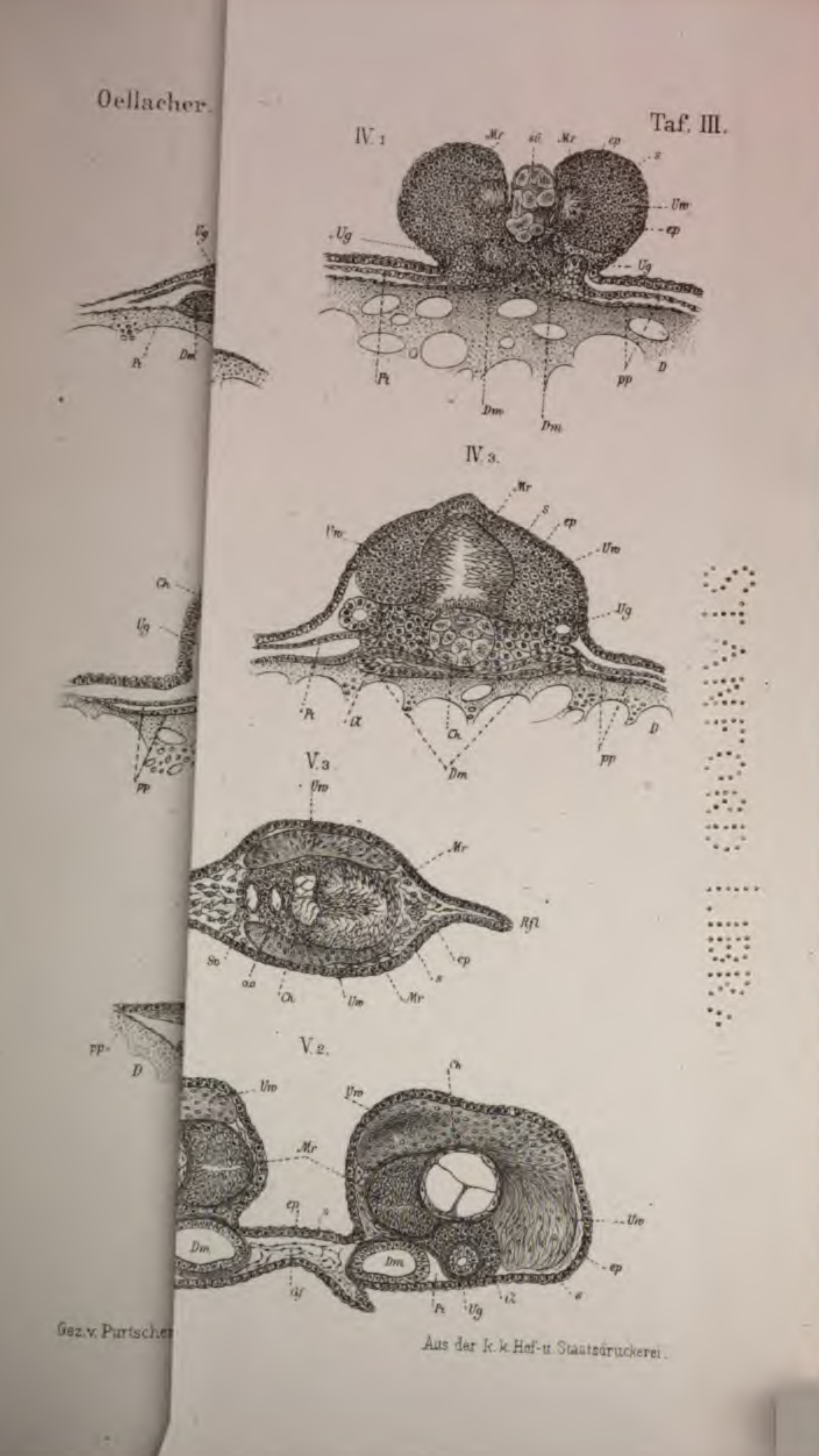



II.1.
III.2
III.1.



Oellacher.

Taf. III.



Gez. v. Purtscher

Aus der k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

II. Figurenerklärung.

Fig. 1—5. *Mesodidymi* von *Salmo Salvelinus.*
6 u. 7. *Katadidymi* von *Salmo Salvelinus.*
„ 8. *Katadidymus* bis zum *Lobus opticus* gespalten, von *Trutta Fario.*
„ 9—11. *Mesodidymi* von *Salmo Salvelinus*, welche den Dottersack schon seit etwa zwei Wochen verloren haben und zu äusserlich einfachen, verschieden gekrümmten Individuen verschmolzen sind,

Fig. I, 1—4. Durchschnitte durch den Embryo Fig. 1.
Fig. I, 1. durch die Lebergegend,
„ I, 2. durch den vorderen Theil der Spaltungsstelle,
„ I, 3. durch die Gegend der Geschwulstmasse (*sG*),
„ I, 4. durch den vorderen Theil des Schwanzes.

Fig. II, 1—4. Durchschnitte durch den Embryo Fig. 2,
Fig. II, 1. durch die Gegend hinter den Augen,
„ II, 2. durch die hintere Ohrgegend (rechtes Ohrbläschen),
„ II, 3. durch die Lebergegend (rechte Leber),
„ II, 4. durch die Schwanzknospe.

Fig. III, 1—5. Durchschnitte durch den Embryo Fig. 3,
Fig. III, 1. durch die Herz- und Ohrgegend,
„ III, 2. durch die Gegend hinter der Leber,
„ III, 3. durch den vorderen Theil der Spaltungsstelle,
„ III, 4. durch die Gegend mit der Geschwulstmasse (*sG*),
„ III, 5. durch die Gegend hinter der Spaltungsstelle,

Fig. IV, 1—3. Durchschnitte aus dem Embryo Fig. 4,
Fig. IV, 1. durch die Geschwulstmasse (*sG*),
„ IV, 2. durch die vordere Vereinigungsstelle,
„ IV, 3. vor der vorderen Vereinigungsstelle.

Fig. V, 1—3. Durchschnitte aus dem Embryo Fig. 5,
Fig. V, 1. durch die Lebergegend
„ V, 2. etwas vor der Geschwulstmasse (*sG*),
„ V, 3. durch den Schwanz.

XXIX. SITZUNG VOM 11. DECEMBER 1873.

Der Secretär theilt mit, dass Herr Professor Schmarda an die Stelle des verstorbenen Professors v. Reuss in die Adria-Commission eingetreten ist.

Derselbe legt ferner folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Zur Lehre vom Lichtsinne. II. Mittheilung: Über simultanen Lichtcontrast", vom Herrn Prof. Dr. Ew. Hering in Prag.

„Zur Geschichte des Arbeitsbegriffes", vom Herrn Prof. Dr. E. Mach in Prag.

„Über die Entstehungsweise der Kundt'schen Staubfiguren", vom Herrn Dr. V. Dvořák in Prag, eingesendet von Herrn Prof. Mach.

„Über die Untersalpetersäure und die Constitution der salpetrigsauren Salze." Vorläufige Notiz, vom Herrn Dr. Rud. Günsberg, Prof. an der k. k. technischen Akademie in Lemberg.

Herr Rud. Hoernes überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Geologischer Bau der Insel Samothrake".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

American Chimist. Vol. IV, Nr. 5. Philadelphia, 1873; 4°.

Baeyer, J. J., Astronomische Bestimmungen für die Europäische Gradmessung aus den Jahren 1857—1866. Leipzig, 1873; 4°.

Bericht, Dritter, der ständigen Commission für die Adria, betreffend die Jahre 1870 (für meteorologische Beobachtungen) und 1870—1872 (für maritime Beobachtungen). Wien, 1873; 4°.

— des k. k. techn. & administrat. Militär-Comité: Siehe Mittheilungen.

'omptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 21. Paris, 1873; 4⁰.

:gleston, Thomas, Catalogue of Minerals, with their Formulae and Crystalline Systems. 2d Edition. New York, 1871; 8⁰.

;esellschaft der Wissenschaften, königl. böhmische: Sitzungsberichte. 1873. Nr. 6. Prag; 8⁰.

;ewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 49. Wien, 1873; 4⁰.

laeckel, Ernst, Zur Morphologie der Infusorien. Leipzig, 1873; 8⁰.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1873, Nr. 14. Wien; 8⁰.

Iach, E., Optisch-akustische Versuche. Die spectrale und stroboskopische Untersuchung tönender Körper. Prag, 1873; 8⁰.
— Zur Theorie des Gehörorgans. (Zweiter unveränderter Abdruck aus dem 48. Bande der Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathem.-naturw. Classe.) Prag, 1872; 8⁰.

Iittheilungen des k. k. techn. & administr. Militär-Comité. Jahrgang 1873, 9. & 10. Heft, nebst Bericht über die Thätigkeit und die Leistungen desselben im Jahre 1872. Wien, 1873; 8⁰.

Nature. Nr. 214. Vol. IX. London, 1873; 4⁰.

Naval Observatory, The United States: Astronomical and Meteorological Observations made during the Year 1870. Washington 1873; 4⁰. — Washington Observations for 1870. Appendix III & IV. Washington, 1872; 4⁰. — Washington Observations for 1871. Appendix II & III. Washington 1872 & 1873; 4⁰.

Pittei, Costantino. Ricordo del Prof. G. B. Donati. Firenze, 1873; 8⁰.

Reden, gehalten bei der feierl. Inauguration des für das Schuljahr 1873 4 gewählten Rectors der k. k. technischen Hochschule Dr. Victor Pierre am 10. October 1873. Wien, 1873; 8⁰.

Report of the Commissioner of Agriculture for the Year 1871. Washington, 1872; 8⁰.

Report Annual, of the Commissioner of Patents for the Year 1869 (III Vols.), 1870 (II Vols.), 1871 (II Vols.). Washington, 1871–1872; 8⁰.

Reports, Monthly, of the Department of Agriculture for the Year 1872. Washington, 1873; 8⁰.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger.“ III[e] Année, 2[me] Série, Nr. 23. Paris, 1873; 4⁰.

Ross, A. M., The Canadian Ornithologist: A Monthly Record of Information relating to Canadian Ornithology. Vol. I, Nr. 1. Toronto, 1873; 8⁰.

Smithsonian Institution: Smithsonian Contributions to Knowledge. Vol. XVIII. City of Washington, 1873; 4⁰.

Société Géologique de France: Bulletin. 2[me] Série. Tome XXIX, Nr. 8. Paris, 1872; 8⁰.

Society, The Royal Geographical, of London: Journal. Vol. XLII. 1872. London; 8⁰. — Proceedings. Vol. XVII, Nrs. 3—5. London, 1873; 8⁰.

Surgeon General's Office: The Medical and Surgical History of the War of the Rebellion (1861—65). (2 Vols.) Washington, 1870; 4⁰.

War Department of the United States of North America: Daily Bulletin of Weather-Reports, Signal-Service United States Army, for the Month of September, 1872. Washington, 1873; 4⁰.

Wechniakoff, Théodore, Troisième section des recherches sur les conditions anthropologiques de la production scientifique et esthétique. Paris, 1873; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 49. Wien, 1873; 4⁰.

XXX. SITZUNG VOM 18. DECEMBER 1873.

Der Präsident gibt Nachricht von dem am 14. December
folgten Ableben des ausländischen correspondirenden Mitglie-
les, des Herrn Louis Agassiz.

Sämmtliche Anwesende geben ihr Beileid durch Erheben
on den Sitzen kund.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Zur Lehre vom Lichtsinne. III. Mittheilung: Über simul-
ne Lichtinduction und über successiven Contrast", vom Herrn
of. Dr. Ew. Hering in Prag.

„Über Reflexe auf die Athmung, welche bei der Zufuhr
iger flüchtiger Substanzen zu den unterhalb des Kehlkopfes
legenen Luftwegen ausgelöst werden", vom Herrn Prof. Dr.
. Knoll in Prag.

„Untersuchungen über Tasthaare". III., vom Herrn M. J.
ietl, Assistenten am physiologischen Institute in Innsbruck.

„Über die Construction der einander eingeschriebenen
nien zweiter Ordnung. II. Den Kegelschnitten eingeschriebene
eise", vom Herrn Prof. Rud. Niemtschik in Wien.

Herr Dr. Leop. Jos. Fitzinger überreicht eine Abhand-
ug. betitelt: „Die Gattungen der Familie der Hirsche *(Cervi)*
ch ihrer natürlichen Verwandtschaft."

Herr Prof. Dr. S. L. Schenk legt eine Abhandlung: „Die
er von *raja quadrimaculata* (Bonap.) innerhalb der Eileiter",
r.

Herr Dr. J. Nowak übergibt eine von ihm gemeinschaft-
h mit Herrn Dr. Kratschmer verfasste Abhandlung: „Über
Phosphorsäure als Reagens auf Alkaloide".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia, R., delle Scienze di Torino: Atti. Vol. VIII. Disp. 1ª—6ª. Torino, 1872/3; 8°.

Alpen-Verein, österr.: Jahrbuch. 9. Band. Wien, 1873; 8°.

Anales del Observatorio de marina de San Fernando. Seccion 2ª. Observaciones meteorologicas. Año 1871. San Fernando; 4°.

Annalen der Chemie & Pharmacie, von Wöhler, Kopp, Erlenmeyer & Volhard. N. R. Band 94, Heft 1 & 2. Leipzig & Heidelberg, 1873; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr. Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 35. Wien, 1873: 8°.

Arbeiten des kais. botan. Gartens zu St. Petersburg. Band II, 2. Lieferung. St. Petersburg, 1873; 8°. (Russisch.)

Astronomische Nachrichten. Nr. 1966—1968 (Bd. 82. 22—24.) Kiel, 1873; 4°.

Bericht über die Verhandlungen des internationalen Meteorologen-Congresses zu Wien. (2.—16. Sept. 1873). Wien, 1873; 4°.

Bořický, Em., Petrographische Studien an den Basaltgesteinen Böhmens. (Die Arbeiten der geologischen Abtheilung der Landesdurchforschung von Böhmen. II. Theil.) Prag, 1873; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII. Nr. 22. Paris, 1873; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö. Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 50. Wien, 1873; 4°.

Ilyenkow, P. A., Notice sur la composition chimique du Tschernozème. St.-Pétersbourg, 1873; 4°.

Jena, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1872/3. 4° & 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 25. Graz, 1873; 4°.

Moniteur scientifique du Dteur Quesneville. 384e Livraison. Paris, 1873; 4°.

Museums-Verein in Bregenz: XIII. Rechenschafts-Bericht. Bregenz, 1873; 4°.

Nature. Nr. 215, Vol. IX. London, 1873; 4°.

Regel, E., *Descriptiones plantarum novarum in regionibus Turkestanicis a cl. viris Fedjenko, Korobkow, Kuschakewicz et Krause collectis etc. Petropoli, 1873; 8°.*

Revista de Portugal e Brazil. Nr. 4. Novembro de 1873. Lisboa; 4⁰.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. IIIe Année, 2me Série, Nr. 24. Paris, 1873; 4⁰.

Schultz, Alexandre, Notice sur les pêcheries et la chasse aux phoques dans la Mer Blanche, l'Océan Glacial et la Mer Caspienne. St.-Pétersbourg, 1873; 4⁰.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. 1873. Disp. 7ª & 8ª. Palermo; 4⁰.

Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux: Mémoires et Bulletins. 1873, 1er & 2me Fascicules. Bordeaux; 8⁰.

Society, The Royal, of London: Philosophical Transactions for the Year 1872. Vol. 162, Part II. London; 4⁰. — Proceedings. Vol. XXI, Nrs. 139—145. London, 1872—73; 8⁰. — List of Members. November 1872. 4⁰.

Socoloff, Nicolas, Analyses de quelques espèces de champignons comestibles. St.-Pétersbourg, 1873; 4⁰.

Soudakévicz, Théodore, Notice sur le progrès de la pisciculture en Russie. St.-Pétersbourg, 1873; 4⁰.

Tübingen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1871/2. 4⁰ & 8⁰.

Werekha, P. N., Notice sur les forêts et leurs produits en rapport avec la superficie totale du territoire et avec la population. St.-Pétersbourg, 1873; 4⁰.

Weschniakoff, W., Notice sur l'état actuel de l'industrie domestique en Russie. St.-Pétersbourg, 1873; 4⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 50. Wien, 1873; 4⁰.

Yermolow, Al. S., Recherches sur les gisements de phosphate de chaux fossile en Russie. St.-Pétersbourg, 1873; 4⁰.

Zaviziano, Costantino, Corografia preistorica. Appendice al II^do^ volume sugli avvenimenti preistorici. Napoli, 1873; 8⁰.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIV. Jahrgang. 15. Heft. Wien, 1873; 4⁰.

Die Gattungen der Familie der Hirsche (Cervi) nach ihrer natürlichen Verwandtschaft.

Von dem w. M. Dr. **Leop. Jos. Fitzinger.**

So wie die Familie der Antilopen — deren Gattungen ich schon in einer früheren, im Jahrgange 1869 der Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften veröffentlichten Abhandlung [1] durch eine genauere Charakterisirung schärfer und natürlicher zu begrenzen bestrebt war — erfordert auch die Familie der Hirsche in dieser Beziehung eine sorgfältige Prüfung und genaue Untersuchung der den zahlreichen Arten derselben zukommenden Merkmale.

Diese Arbeit, welche ich schon vor längerer Zeit begonnen und wozu mir das reiche Material im kais. zoologischen Museum zu Wien, dann in den Museen zu Berlin, München, Stuttgart, Darmstadt, Frankfurt a. M. und mehreren anderen kleineren Museen in Deutschland, so wie auch in vielen zoologischen Gärten und wandernden Menagerien, die ich kennen zu lernen Gelegenheit hatte, genügende Hilfsmittel darbot, bilden den Gegenstand dieser kleinen Abhandlung, welche ich hiermit der Oeffentlichkeit übergebe.

Es sei mir gestattet, hier einen kurzen Ueberblick der theilweise verschiedenen Anschauungen zu geben, welche die Zoologen, die sich mit diesem Gegenstande beschäftigten und vorzugsweise zur Klärung desselben beitrugen, bei ihren Arbeiten geleitet haben.

Mit der Trennung der Gattung „Cervus" der älteren Autoren oder der dermaligen Familie der Hirsche hat Blainville den Anfang gemacht, indem er in seiner im Jahrgange 1816

---

[1] Die Gattungen der Antilopen *(Antilopae)*, nach ihrer natürlichen Verwandtschaft.

des „Bulletin des Sciences, par la Société philomatique" erschienenen Abhandlung „Sur plusieurs espèces d'animaux mammifères de l'ordre des ruminans" die Gattung „Cervi" in 2 Untergattungen theilte und zwar:

1. Cervus, mit nur wenig oder gar nicht hervortretenden Stirnzapfen, und
2. Cervulus, mit sehr langen Stirnzapfen.

Zugleich deutete er an, dass die erstere dieser beiden Untergattungen, nämlich die Untergattung „Cervus" nach dem Vorhandensein oder dem Mangel einer kahlen Nasenkuppe in 2 fernere Abtheilungen geschieden werden könne, und zwar in solche mit behaarter Nase *(C. Alce, C. Rangifera)*, und mit kahler Nasenkuppe (*C. Dama* und die übrigen Arten dieser Untergattung).

Hamilton Smith war der erste unter den Zoologen, der es versuchte, die von Linné aufgestellte Gattung „Cervus" in mehrere Untergattungen zu theilen. Er legte seiner Eintheilung, welche im V. Bande von Griffith's „Animal Kingdom" im Jahre 1827 zu London in 8[vo] ausgegeben wurde, hauptsächlich die Form des Geweihes und das Vorhandensein desselben je nach der Verschiedenheit des Geschlechtes, die Beschaffenheit der Nasenkuppe, die verhältnissmässige Länge des Schwanzes und die Anwesenheit oder den Mangel von Eckzähnen und Thränengruben, so wie die Beschaffenheit der letzteren zu Grunde. Ausserdem nahm er hiebei aber auch noch auf das Vorhandensein einer Nackenmähne, die Färbung und Zeichnung des Felles und die Körpergrösse Rücksicht.

Er nahm nachstehende 10 Untergattungen an, die er folgendermassen charakterisirt und zu welchen er die hier angegebenen Arten zieht:

1. Alce. Geweihe in eine mehr oder weniger gezähnte Schaufel ausgebreitet. Weder eine kahle Nasenkuppe, noch Eckzähne. Schwanz sehr kurz. *(C. Alces, C. coronatus.)*
2. Rangifer. Geweihe bei beiden Geschlechtern. Augensprosse, zweite Sprosse und Spitzen des Geweihes schaufelförmig. Nasenkuppe beinahe vollständig behaart. Eckzähne bei beiden Geschlechtern. *(C. Tarandus, C. Guettardi*[1]*.)*

[1] Fossil.

3. Dama. Geweihe gerundet, an der Spitze länglich-schaufelförmig. Augensprosse und zweite Sprosse spitz. Keine Eckzähne. Nasenkuppe kahl. *(C. Dama, C. giganteus,*[1] *C. Palaeodama,*[1] *C. Somonensis*[1]*.)*
4. Elaphus. Geweihe gerundet, drei Sprossen nach vorne gerichtet, Spitze gegabelt, Sprossen von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte ausgehend. Thränengruben. Eckzähne bei den Männchen. Nasenkuppe kahl. *(C. Elaphus, C. canadensis, C. occidentalis, C. Wallichii, C. americanus*[1]*.)*
5. Rusa. Geweihe dreizackig. Augensprosse, keine Mittelsprosse. Die Stange gegen den vorderen oder hinteren Ast aufsteigend, daher zweizackig. Nasenkuppe breit. Thränengruben tief. Eckzähne beim Männchen und bisweilen auch beim Weibchen. Nackenmähne vorhanden. Färbung des Felles meist gesättigt. *(C. Hippelaphus, C. unicolor, C. Aristotelis, C. equinus, C. Peronii, C. malaccensis? C. marianus.)*
6. Axis. Geweihe ähnlich wie bei Rusa, aber schmächtiger. Keine Eckzähne. Thränengruben klein oder fehlend. Färbung allenthalben weiss gefleckt. Keine Nackenmähne. Schwanz bis zum Hakengelenk reichend. Körpergrösse mittelgross oder klein. *(C. Axis, C. porcinus, C. Pumilio.)*
7. Capreolus. Geweihe ähnlich jenen von Rusa; der nach vorwärts gerichtete Ast klein und am oberen Theile der Stange, der obere Ast nach rückwärts gekehrt und eine Gabel bildend, bisweilen auch abgeflacht. Eckzähne und Thränengruben gänzlich, Schwanz beinahe fehlend. *(C. pygargus. C. Capreolus.)*
8. Mazama. Geweihe fast abgeflacht, bogenförmig gekrümmt, mit der concaven Seite nach vorwärts gekehrt; mit einem einzigen vorderen und inneren Aste, die übrigen rückwärts und meistens senkrecht gestellt. Schwanz lang. Thränengruben eine Hautfalte bildend. Nasenkuppe kahl. Eckzähne fehlend. *(C. virginianus, C. mexicanus, C. clavatus, C. macrotis, C. macrurus, C. paludosus, C. campestris, C. nemoralis.)*

---

[1] Fossil.

9. Subulo. Geweihe klein, einfach, ohne Äste. Thränengruben klein, Nasenkuppe kahl und sehr gross *(C. rufus, C. simplicicornis, C. nemorivagus).*
10. Stylocerus. Geweihe klein, nur ein einziger vorderer Ast, auf hohem Rosenstocke aufsitzend. Eckzähne meist beim Männchen länger. Thränengruben tief. Nasenkuppe kahl und klein. *(C. Muntjac, C. philippinus, C. subcornutus, C. aureus, C. moschatus.)*

Zu einer richtigeren Anschauung in Bezug auf die Eintheilung der Hirsche in Gattungen haben die Arbeiten Gray's und Sundevall's am meisten beigetragen.

Schon seit einer längeren Reihe von Jahren war Gray bestrebt, die Linné'sche Gattung „Cervus" in mehrere natürlich abgegrenzte Gruppen oder Gattungen zu zerfällen und mehrfache diesen Gegenstand berührende, zum Theile in verschiedenen englischen Zeitschriften erschienene Arbeiten desselben geben Zeugniss von diesem Bestreben.

Ihm gebührt auch das Verdienst, auf ein bis dahin völlig unberücksichtigt gebliebenes Merkmal aufmerksam gemacht zu haben, das nicht nur zu einer richtigen Bestimmung der Gattungen in der Familie der Hirsche von höchster Wichtigkeit ist, sondern auch als das sicherste Kennzeichen betrachtet werden kann, die geweihlosen Weibchen und Jungen der Hirsche, von den ungehörnten Antilopen fast in allen Fällen mit vollster Sicherheit unterscheiden zu können.

Es sind diess die wulstigen, beinahe bürstenartigen Haarbüschel, welche sich nahezu bei sämmtlichen Arten der Familie der Hirsche an den Hinterbeinen befinden und bald an der Aussenseite des Mittelfusses ober- oder auch unterhalb seiner Mitte, bald an der Innenseite der Fusswurzel, und bei vielen Arten auch an beiden Stellen zugleich vorkommen.

Gray theilte nach diesem Merkmale die Familie der Hirsche, in einer im IV. Bande der „Proceedings of the Zoological Society" im Jahre 1836 erschienenen kurzen Abhandlung, in 4 Abtheilungen, zu welchen er nachbenannte Arten zählte.

Seine Abtheilungen sind folgende:

1. Hirsche mit einer Bürste an der Aussenseite des Hintertheiles des Mittelfusses, ungefähr in der Entfernung $^1/_3$ von

der Ferse bis zum Hufe. *(C. Elaphus, C. canadensis, C. Axis, C. porcinus, C. Hippelaphus, C. Dama.)*

2. Hirsche mit zwei Haarbürsten, einer an der Aussenseite des Mittelfusses, ungefähr in der Entfernung von $^2/_3$ von der Ferse bis zum Hufe, der anderen an der Innenseite der Ferse. *(C. virginianus, C. mexicanus.)*
3. Hirsche mit einer Haarbürste an der Innenseite der Ferse, aber keiner an der Aussenseite des Mittelfusses. *(C. rufus, C. Tarandus.)*
4. Hirsche mit einer Haarbürste an der Innenseite der Ferse und vielleicht auch an der Aussenseite des Mittelfusses, ungefähr in der Entfernung $^1/_3$ von der Ferse bis zum Hufe, im Drittel seiner Länge, welche letztere Angabe jedoch noch nicht ganz sicher sei. *(C. Alces.)*

Wagner brachte für die Familie der Hirsche (Cervina), zu welcher er auch die Moschusthiere als besondere Gattung „Moschus" zieht, im IV., im Jahre 1844 erschienenen Supplementbande zu Schreber's „Säugethieren" eine Eintheilung in Anwendung, die nur wenig von der von Ham. Smith in Vorschlag gebrachten abweicht.

Er fasst sämmtliche Arten der Hirsche nur in einer einzigen Gattung „Cervus" zusammen und scheidet dieselbe nach der Geweihform im Allgemeinen in 5 Hauptabtheilungen, von denen er die erste nach der besondern Bildung des Geweihes und der Beschaffenheit der Nase in 3 Untergattungen zerfällt, während er die 4 übrigen jede als eine besondere Untergattung betrachtet und nur eine derselben, welche die meisten Arten zählt, nach der Richtung des Geweihes und seiner besonderen Form, so wie auch nach der Zeichnung des Felles in 6 Gruppen eintheilt.

Sonach stellt sich seine Eintheilung folgendermassen dar:

I. Geweihe schaufelförmig.

1. Alce. Geweihe in eine breite Schaufel ausgebreitet, Nase vollständig behaart und vorne sehr breit. *(C. Alces.)*
2. Rangifer. Geweihe an der Spitze schaufelförmig ausgebreitet, bei beiden Geschlechtern, Augensprosse nach vorwärts gerichtet, Nase behaart. *(C. Tarandus.)*

l. **Platyceros**. Geweihe an der Wurzel gerundet, an der Spitze länglich-schaufelförmig ausgebreitet, Nase vorne kahl. *(C. Dama.)*

II. Geweihe gerundet und ästig.

. **Elaphus**. Nasenkuppe kahl, Thränengruben vorhanden.

a) Geweihe aufrechtstehend, vielästig, drei Äste nach vorwärts gerichtet, Mittelsprosse vorhanden. *(C. Elaphus, C. strongyloceros, C. Wallichii.)*

b) Geweihe dreiästig, Mittelsprosse fehlend, Fell ungefleckt. *(C. Duvaucelii, C. Aristotelis, C. equinus, C. Kuhlii, C. Russa, C. marianus.)*

c) Geweihe dreiästig, Mittelsprosse fehlend, Fell mehr oder weniger gefleckt. *(C. Axis, C. porcinus, C. nudipalpebra.)*

d) Geweihe aufrechtstehend, drei- bis siebenästig, Mittelsprosse fehlend oder veränderlich. *(C. paludosus, C. campestris, C. macrotis.)*

e) Geweihe nach vorwärts gerichtet und bogenförmig gekrümmt. *(C. virginianus, C. leucurus, C. mexicanus, C. gymnotis, C. nemoralis.)*

f) Geweihe tief zweitheilig. *(C. antisiensis.)*

III. Geweihe kurz und gabelförmig.

Capreolus. Thränengruben fehlen. *(C. Capreolus.)*

IV. Geweihe klein und einfach.

Subulo. Thränengruben klein. *(C. rufus, C. simplicicornis, C. humilis?)*

V. Geweihe klein, mit einem einzigen vorderen Aste.

Stylocerus. Rosenstöcke sehr lang, Eckzähne bei beiden Geschlechtern. *(C. Muntjac, C. Reevessi, C. Ratwa.)*

Reichenbach, der in seinem grossen Werke „Vollständigste Naturgeschichte des In- und Auslandes" im III. Bande äugethiere, welcher die Wiederkäuer enthält und im Jahre

1845 zu Dresden in 8vo erschien, auch die Hirsche einer ausführlichen Bearbeitung unterzogen hatte, nimmt zwar die von Ham. Smith aufgestellten 10 Untergattungen an, weicht aber in Bezug auf die Charakterisirung derselben in mancherlei Beziehungen von seinem Vorgänger ab.

Er beschränkt dieselbe auf das Vorkommen oder Fehlen des Geweihes je nach der Verschiedenheit des Geschlechtes, auf die Gestalt des Geweihes, das Vorhandensein oder den Mangel eines Schwanzes, und auf die Färbung und Zeichnung des Felles.

Auch bezüglich der diesen Untergattungen beizuzählenden Arten stimmt er nicht überall Ham. Smith's Anschauungen bei, und nimmt hie und da einige Veränderungen rücksichtlich deren generischen Stellung vor.

Endlich vertauscht er auch den von Ham. Smith in Anwendung gebrachten Namen der Untergattung „Rangifer" mit dem Namen „Tarandus" und jenen der Untergattung „Rusa" mit der Benennung „Hippelaphus".

Seine Eintheilung stellt sich in folgender Weise dar:

1. Alces. Geweihe nur bei den Männchen, Schaufel vom Rosenstocke an. *(C. alces, C. Original.)*
2. Tarandus. Geweihe bei beiden Geschlechtern, Schaufel am Ende und platte Augensprosse. *(C. Tarandus* mit den beiden Varietäten *arctica* und *sylvestris.)*
3. Dama. Geweihe nur bei den Männchen, Schaufel, Augen- und Mittelsprosse. *(C. Dama,* mit den beiden Abänderungen *mauricus* und *leucaethiops.)*

   Mit dieser Untergattung vereinigt er auch die von Gray aufgestellte Gattung Panolia. *(P. acuticornis, P. platyceros.)*
4. Elaphus. Geweihe nur bei den Männchen, Gabel, Augen- und Mittelsprosse. *(C. elaphus, C. Sika, C. canadensis, C. occidentalis, C. Wallichii.)*
5. Hippelaphus. Geweihe nur bei den Männchen, Gabel und Augensprosse; ungefleckt. *(C. Aristotelis, C. Peronii, C. malaccensis, C. equinus, C. Hippelaphus, C. unicolor, C. Russa, C. Kuhlii, C. lituripes, C. Marianus, C. Leschenaultii, C. moluccensis, C. nudipalpebra, C. Pumilio.)*

6. Axis. Geweihe nur bei den Männchen, Gabel- und Augensprosse; gefleckt. *(C. Axis, C. porcinus, C. Pseudaxis.)*
7. Capreolus. Geweihe nur bei den Männchen, Gabel- und Mittelsprosse; ungeschwänzte in Europa und Asien. *(C. Capreolus, C. gymnotis, C. pygargus.)*
8. Mazama. Geweihe nur bei den Männchen, Gabel- und Mittelsprosse; geschwänzte in Amerika. *(C. virginianus, C. leucurus, C. Duvaucelii, C. mexicanus, C. clavatus, C. macrotis, C. macrourus, C. campestris, C. paludosus, C. nemoralis, C. humilis.)*
9. Subulo. Geweihe nur bei den Männchen, nur Spiesse ohne Enden. *(C. rufus, C. simplicicornis, C. nemorivagus.)*
10. Styloceros. Geweihe nur bei den Männchen, Gabel auf sehr hohem Rosenstock. *(C. Muntjak, C. javanus, C. philippinus, C. subcornutus, C. aureus, C. moschatus, C. Reevesi, C. Ratwa.)*

Sundevall hat dem von Gray in Anwendung gebrachten, on den Haarbüscheln an den Hinterbeinen hergenommenen Merkmale seine besondere Aufmerksamkeit geschenkt, und auf dasselbe gestützt und unter Anwendung noch anderer äusserer Merkmale ist es ihm gelungen, die Gattungen der Familie der Hirsche viel schärfer, als diess bisher der Fall war, zu begrenzen und auch eine weit natürlichere Zusammenstellung derselben zu erzielen.

Seine ausgezeichnete und wahrhaft mustergiltige Arbeit, welche die gesammten Wiederkäuer (Ruminantia) umfasst, erschien zuerst in schwedischer Sprache in den Jahrgängen 1844 und 1845 der „Kongl. Vetenskaps-Akademiens Handlingar“ und später von C. Fr. Hornschuch in's Deutsche übersetzt, als selbständiges Werk unter dem Titel „Methodische Uebersicht der wiederkäuenden Thiere, Linné's Pecora“ mit zwei Tafeln Abbildungen, 1848 zu Greifswald in 8vo.

Sundevall, welcher auch die Moschusthiere mit der Familie der Hirsche (Cervina) vereinigt, nimmt nur 7 Gattungen in derselben an. Diese sind folgende, zu welchen er die hier beigefügten Arten zählt.

1. Alces. *(A. alces.)*
2. Rangifer. *(R. Tarandus.)*

3. Cervus. *(C. strongyloceros, C. elaphus, C. Wallichii, C. japonicus, C. Duvaucelli, C. Aristotelis, C. equinus, C. hippelaphus, C. moluccensis, C. Peroni, C. Kuhlii, C. philippinus, C. Marianus, C. lepidus, C. axis, C. pseudaxis, C. undipalpebra, C. porcinus, C. dama, C. virginianus, C. leucurus, C. mexicanus, C. nemoralis, C. gymnotis, C. macrotis, C. paludosus, C. campestris, C. antisiensis, C. nemorivagus, C. rufus, C. humilis.)*
4. Capreolus. *(C. europaeus, C. pygargus.)*
5. Prox. *(P. muntjac, P. ratva, P. albipes, P. stylocerus, P. Reevesii, P. melas.)*
6. Moschus *(M. moschiferus)* und
7. Tragulus *(T. memina, T. ecaudatus, T. napu, T. pygmaeus)*, von denen jedoch die beiden letzteren Gattungen, welche eine besondere Familie und zwar jene der Moschusthiere bilden, ausgeschieden werden müssen, wornach sich die Zahl der von Sundevall angenommenen Gattungen in der Familie der Hirsche auf 5 reducirt.

Die an Arten so zahlreiche Gattung Cervus scheidet er aber in 2 grosse Abtheilungen und zwar:

1. Mit Haarbüscheln an der Aussenseite des Mittelfusses über seiner Mitte, und
2. mit Haarbüscheln an der Innenseite der Fusswurzel, oder auch ohne Haarbüschel.

Die Arten der ersten Abtheilung bringt er wieder in 4 Gruppen, nämlich:

a) Nobiles, mit gegen die Lippe zu verschmälerter kahler Nasenkuppe und kurzem Schwanze. *(C. strongyloceros, C. elaphus, C. Wallichii.)*

b) Hippelaphi, mit gegen die Lippe zu nicht verschmälerter kahler Nasenkuppe und geradem Nasenrücken. *(C. japonicus, C. Duvaucelli, C. Aristotelis, C. equinus, C. hippelaphus, C. moluccensis, C. Peroni, C. Kuhlii, C. philippinus, C. Marianus, C. lepidus, C. axis, C. pseudaxis, C. nudipalpebra.)*

c) Hyelaphus, mit gegen die Lippe zu nicht verschmälerter kahler Nasenkuppe und gewölbtem Nasenrücken *(C. porcinus)* und

d) **Dama**, mit gegen die Lippe zu verschmälerter kahler Nasenkuppe und längerem Schwanze. *(C. dama.)*

Die zur zweiten Abtheilung gehörigen Arten zerfällt er eichfalls in 4 Gruppen. Diese sind:

a) **Mazamae**, mit langen abgerundeten Ohren und längerem Schwanze. *(C. virginianus, C. leucurus, C. mexicanus, C. nemoralis, C. gymnotis, C. macrotis.)*

b) **Blastoceri**, mit langen abgerundeten .Ohren und sehr kurzem Schwanze. *(C. paludosus.)*

c) **Furciferes**, mit langen spitzen Ohren und kurzem Schwanze *(C. campestris, C. antisiensis)*, und

d) **Subulones**, mit kurzen abgerundeten Ohren und kurzem Schwanze. *(C. nemorivagus, C. rufus, C. humilis.)*

Die zur ersten grossen Abtheilung gezählten Arten gehören, Ausnahme des *Cervus styloceros*, durchgehends der alten t an, jene der zweiten Abtheilung hingegen sämmtlich der n Welt, wesshalb Sundevall für erstere den Namen rvi veteris orbis", für letztere die Benennung „Cervi ericani" gewählt.

Gray theilte den ersten Entwurf seiner neuen Eintheilung Familie der Hirsche im II. Bande der von ihm herausebenen „Knowsley Menagerie" im Jahre 1850 mit und in kurzer darauf gelangte diese von ihm in Vorschlag gebrachte Einung im IX. Bande der Second Series der „Annals and Magaof Natural History" 1852 zur Veröffentlichung.

Er bildet aus dieser Familie zunächst 2 Hauptabtheilungen, lenen er die erste in 2, die zweite aber in 3 Gruppen scheidet nimmt in derselben 15 verschiedene Gattungen an.

Seine Eintheilung ist nachstehende:

I. **Hirsche der Schneeregion.** Schnauze sehr breit und vollständig behaart. Geweihe schaufelförmig ausgebreitet. Junge Thiere ungefleckt.

A. **Elennthiere.** Augensprosse fehlend. Zwischen den Nasenlöchern eine kleine kahle Nasenkuppe.

Alces. *(Alces Malchis.)*

B. Rennthiere. Augensprosse gross, dicht an der Kron[e] des Geweihes stehend. Keine kahle Nasenkuppe.

2. Tarandus. *(Tarandus Rangifer.)*

II. Hirsche der gemässigten oder warmen Region. Schnauze zugespitzt, Nasenkuppe kahl. Junge Thiere und bisweilen auch erwachsene gefleckt.

C. Edelhirsche. Augensprosse vorhanden. Nasenkuppe kahl, breit, von der Lippe durch eine Haarbinde getrennt. Haarbürsten an der Aussenseite des Mittelfusses ober dessen Mitte.

3. Cervus. *(C. Canadensis, C. Elaphus, C. Barbarus, C. Wallichii, C. affinis, C. Sika.)*

4. Dama. *(D. vulgaris.)*

D. Rusahirsche. Augensprosse vorhanden. Nasenkuppe kahl, hoch, vom Lippenrande nicht getrennt. Haarbürsten an der Aussenseite des Mittelfusses ober dessen Mitte.

5. Panolia. *(P. Eedii.)*

6. Rucervus. *(R. Duvaucellii.)*

7. Rusa. *(R. Aristotelis, R. dimorphe, R. Equinus, R. Hippelaphus, R. Peronii, R. Philippinus, R. lepida.)*

8. Axis. *(Axis maculata.)*

9. Hyelaphus. *(H. porcinus.)*

10. Cervulus. *(C. vaginalis, C. moschatus, C. Reevesii.)*

E. Rehhirsche. Augensprosse fehlend, der erste Ast des Geweihes in einiger Entfernung von der Krone des Geweihes abgehend. Nasenkuppe kahl und breit. Thränengrube sehr klein und seicht.

11. Capreolus. *(C. Capraea, C. pygargus.)*

12. Furcifer. *(F. Antisiensis, F. Huamel.)*

13. Blastocerus. *(B. paludosus, B. campestris.)*

14. Cariacus. *(C. Virginianus, C. Lewisii, C. punctulatus, C. macrotis.)*

15. Coassus. *(C. nemorivagus, C. rufus, C. superciliaris, C. auritus, C. Pudu.)*

Pucheran, welcher schon bei der Bearbeitung des Artikels „Cerf" im III. Bande von D'Orbigny's „Dictionnaire universel d'histoire naturelle" im Jahre 1843 nur 4 Gattungen in der Familie der Hirsche angenommen hatte, und zwar die schon vo[n]

Blainville in Vorschlag gebrachten Untergattungen „Alces", „Tarandus", „Cervus" und „Cervulus", die er zu besonderen Gattungen erhob, blieb dieser Anschauung auch in seiner vortrefflichen „Monographie des espèces du genre Cerf" getreu, die im VI. Bande der „Archives du Muséum d'histoire naturelle" 1852 zur Öffentlichkeit gelangte, und beschränkte sich darauf, seine Gattung „Cervus" in 2 Hauptabtheilungen zu bringen, von denen er die zweite in 7 Unterabtheilungen schied und die fünfte dieser Unterabtheilungen wieder in 2 Gruppen zerfällte.

Seine Abtheilungen, zu denen er die hier beigefügten Arten zählt, sind auf die Form der Geweihe gegründet und beruhen auf nachstehenden Merkmalen:

1. Geweihe zum Theile flach. *(C. Dama.)*
2. Geweihe gerundet.
   - A. Geweihe an der Spitze mit mehr als zwei Ästen versehen. *(C. virginianus, C. leucurus, C. similis, C. mexicanus, C. Cariacou, C. nemoralis, C. gymnotis, C. frontalis, C. macrotis, C. Duvaucelii, C. elaphus, (C. algirus), C. canadensis, C. Wallichii.)*
   - B. Geweihe an der Spitze nur mit zwei Ästen versehen.
     - *a)* Oberer Ast von der Aussenseite der Stange abgehend. *(C. hippelaphus, C. Peronii, C. pseudaxis.)*
     - *b)* Oberer Ast von der Innenseite der Stange abgehend. *(C. axis, C. porcinus.)*
     - *c)* Oberer Ast von der Hinterseite der Stange abgehend. *(C. equinus, C. Kuhlii, C. marianus.)*
     - *d)* Oberer Ast von der Innen- und etwas hinteren Seite der Stange abgehend. *(C. Aristotelis.)*
     - *e)* Oberer Ast nach vorne und hinten in gleicher Richtung mit der Stange stehend.
       - α) Schwanz sehr kurz. *(C. pygargus, C. capreolus.)*
       - β) Schwanz länger. *(C. paludosus, C. campestris.)*
     - *f)* Geweihe von der Krone an gegabelt. *(C. antisiensis.)*
     - *g)* Geweihe einfache Spiesse darstellend. *(C. rufus, C. rufinus, C. nemorivagus.)*

Als eine Art ungewisser Stellung zählt er noch *C. Pudu* und *C. chilensis* auf.

Die jüngste unter den bis jetzt versuchten Eintheilungen der Familie der Hirsche in möglichst natürlich abgegrenzte Gruppen ist jene, welche Wagner im V. Supplementbande zu Schreber's Säugethieren im Jahre 1855 veröffentlichte.

Er benützte mit grosser Sorgfalt die Arbeiten aller seiner Vorgänger und theilte die von ihm angenommene Gattung „Cervus“ — indem er so wie früher auch die Gattung „Moschus“ zur Familie der Hirsche zählt — in 8 Untergattungen ein, von denen er eine wieder in 7 kleinere Gruppen trennt, die er auch mit besonderen Namen bezeichnet, und gibt die hier beigefügten Merkmale für dieselben an.

Seine neue Eintheilung, welche jedoch nicht wesentlich von der schon früher im Jahre 1844 von ihm gegebenen abweicht, ist folgende:

1. Alce. Geweihe in eine breite Schaufel ausgebreitet, Nase vollständig behaart und vorne sehr breit. *(C. Alces.)*
2. Rangifer. Geweihe an der Spitze schaufelförmig ausgebreitet, bei beiden Geschlechtern, Augensprosse nach vorwärts gerichtet, Nase behaart, Hufe fast eiförmig ausgebreitet. *(C. Tarandus.)*
3. Dactyloceros. Geweihe an der Spitze länglich-schaufelförmig ausgebreitet, an der Wurzel gerundet, Nase vorne kahl. *(C. Dama.)*
4. Elaphus. Geweihe gerundet und ästig, Nasenkuppe kahl, Thränengruben deutlich.
   a) Panolia. Geweihe nach rück- und auswärts gekrümmt, an der Spitze fast schaufelförmig ausgebreitet und nach vorwärts gekehrt, Augensprosse nach vorwärts gerichtet. *(C. frontalis.)*
   b) Cervus. Geweihe aufrechtstehend, vielästig, drei Äste nach vorwärts gerichtet, Mittelsprosse vorhanden. *(C. Elaphus, (C. barbarus), C. strongyloceros, C. Wallichii, C. Sika.)*
   c) Rusa. Geweihe aufrechtstehend, dreiästig, zwei Äste nach vorwärts gerichtet, Mittelsprosse fehlend, Fell ungefleckt. *(C. Duvaucelii, C. Aristotelis, C. equinus, C. Kuhlii, C. marianus, C. Hippelaphus.)*

d) Axis. Geweihe aufrechtstehend, dreiästig, zwei Äste nach vorwärts gerichtet, Mittelsprosse fehlend, Fell gefleckt. *(C. Pseudaxis, C. Axis, C. porcinus.)*

e) Blastocerus. Geweihe aufrechtstehend, dreiästig, Mittelsprosse fehlend, der obere Ast unmittelbar nach rückwärts gerichtet. *(C. paludosus, C. campestris.)*

f) Macrotis. Geweihe mehr oder weniger aufrechtstehend, an der Spitze nach einwärts gebogen und verschiedenartig gegabelt. *(C. macrotis, C. Richardsonii, (C. Lewisii.)*

g) Reduncina. Geweihe nach vorwärts gerichtet und bogenförmig gekrümmt, Augensprosse vorhanden, übrige Sprossen auf der Hinterseite des Geweihes stehend. *(C. virginianus, (C. similis), (C. leucurus), C. nemoralis, C. mexicanus, C. gymnotis (C. savannarum).*

5. Capreolus. Geweihe kurz und an der Spitze gegabelt, Thränengruben und Schwanz beinahe fehlend. *(C. Capreolus.)*
6. Furcifer. Geweihe kurz und fast bis zur Wurzel gegabelt, Thränengruben ziemlich gross. *(C. antisiensis, C. chilensis.)*
7. Subulo. Geweihe kurz und einfach. *(C. rufus, C. rufinus, C. simplicicornis.)*
8. Cervulus. Geweihe klein, einfach oder mit einer sehr kurzen Augensprosse versehen und auf langen Rosenstöcken aufsitzend. *(C. Muntjac, C. styloceros, C. Reevesii.)*

Anhangsweise und als eine Art von ungewisser Stellung führt er noch *C. Pudu* auf.

Die Merkmale, welche ich zur Begrenzung der Gattungen benützte und bei sämmtlichen Gattungen dieser Familie mit Consequenz durchzuführen bestrebt war, sind folgende:

die Form der Schnauze,
die Art und Weise der Bildung der Oberlippe,
die Gestalt der Afterklauen,
die Beschaffenheit der Nasenkuppe,
das Vorhandensein oder der Mangel von Haarbüscheln an den Beinen, so wie auch deren Stellung,

die Form des Nasenrückens und des Rückens,
die verhältnissmässige Länge des Schwanzes und ebenso auch der Ohren und deren Breite,
die Beschaffenheit der Thränengruben,
die Gestalt der Hufe,
die Anwesenheit oder das Fehlen von Geweihen je nach der Verschiedenheit des Geschlechtes und die Beschaffenheit der Geweihe, so wie auch der Rosenstöcke oder der von der allgemeinen Körperhaut umhüllten Stirnzapfen, und endlich
das Vorhandensein oder der Mangel von Klauendrüsen und von Eckzähnen.

Diese beiden letzteren, von den Klauendrüsen und Eckzähnen hergenommenen Merkmale habe ich aber nur anhangsweise beigefügt, da sie zu einer richtigen Bestimmung der Gattungen nur sehr wenig beitragen und überhaupt nur selten Gelegenheit gefunden wird, von denselben Gebrauch machen zu können.

So beständig auch das Vorkommen von Klauendrüsen bei manchen Hirscharten und überhaupt bei so vielen Arten der Wiederkäuer sein mag, und so ausschliesslich dieselben auch nur gewissen Gattungen zukommen, so eignet sich dieses Merkmal doch nur in sehr seltenen Fällen zur Benützung bei der Bestimmung einer Art oder Gattung, da dasselbe ein Merkmal ist, das nur am frisch getödteten Thiere wahrgenommen werden kann, am lebenden blos sehr schwer zu untersuchen ist und an Bälgen nicht mehr mit Sicherheit aufgefunden und erkannt werden kann.

In ähnlicher Weise verhält es sich mit den Eckzähnen, deren Untersuchung gleichfalls mit mancherlei Schwierigkeiten verbunden ist; denn nur selten ist der Schädel dem Balge des Thieres beigegeben und bilden die Eckzähne bei den Hirscharten überhaupt ein Merkmal, das häufig unbeständig ist, mannigfachen Schwankungen unterliegt und gewöhnlich nur dem männlichen Thiere im höheren Alter, niemals aber in der ersten Jugend eigen ist, bisweilen aber auch bei alten Weibchen angetroffen wird.

Selbst die Geweihe, die fast immer nur den Männchen allein zukommen, nach den verschiedenen Alterszuständen derselben

aber sehr beträchtliche Verschiedenheiten darbieten und selbst bei völlig erwachsenen Thieren nicht selten auffallenden Abweichungen unterliegen, den Weibchen fast aller Arten aber, so wie auch den ganz jungen Männchen fehlen, können nur als ein Merkmal von geringerer Wichtigkeit angesehen werden, das nur zuweilen zu einer richtigen Artbestimmung beiträgt und zwar nur dann, wenn dieselben vollkommen ausgebildet erscheinen; denn ist diess nicht der Fall, so bieten sie durchaus keinen Anhaltspunkt zur Bestimmung weder der Art, noch Gattung dar.

Alle übrigen von mir zur Charakterisirung der Gattungen in Anwendung gebrachten Kennzeichen sind sämmtlichen zu jeder dieser Gattungen gehörigen Arten eigen und zwar ohne Unterschied des Geschlechtes sowohl, als auch des Alters; daher man mittelst dieser Merkmale die einzelnen verschiedenen Arten und selbst schon die jüngsten Thiere derselben mit vollster Sicherheit der Gattung nach zu bestimmen im Stande ist.

Bei consequenter Anwendung und Durchführung dieser Merkmale war ich genöthigt, die Familie der Hirsche in 20 Gattungen zu theilen, von denen 16 den schon von meinen Vorgängern aufgestellten Gattungen entsprechen, 4 aber als neue hinzugefügt werden mussten.

Diese letzteren sind folgende und zwar:

Die Gattung „Strongyloceros",[1] welche ich nicht bei der Ham. Smith'schen Untergattung „Elaphus" belassen konnte, mit welcher auch Wagner und Sundevall die Art, auf welche ich dieselbe gründete, vereinigt hatten;

ferner die Gattung „Elaphoceros", deren typische Art von Wagner zur Untergattung „Elaphus", von Sundevall zu seiner Untergattung „Hippelaphus" gezogen wurde, die der Ham. Smith'schen Untergattung „Rusa" entspricht;

endlich die beiden Gattungen „Doryceros" und „Nanelaphus", die ich aus der „Ham. Smith'schen Untergattung „Subulo" — zu welcher deren Arten auch von Wagner und Sundevall gerechnet wurden — auszuscheiden bemüssigt war.

Für die von Wagner unter dem Namen „Macrotis" aufgestellte Untergattung habe ich den Gattungsnamen „Otelaphus",

[1] Schon von Gray unter demselben Namen als eine besondere Abtheilung seiner Gattung „Cervus" angenommen.

für die unter der Benennung „Furcifer“ aufgeführte den Gattungsnamen „Creagroceros“ gewählt, da der Name „Macrotis“ schon früher an eine Chiropteren-Gattung, der Name „Furcifer“ an eine Reptilien-Gattung vergeben worden war.

Familie der Hirsche *(Cervi)*.

Charakter: Die Zehen sind mit vollkommenen Hufen versehen. Die Stirne trägt meist nur beim Männchen, selten bei beiden Geschlechtern Geweihe, welche aus dichter Knochenmasse bestehen, nur kurze Zeit von der Kopfhaut umkleidet sind, auf knöchernen, nicht von Zellen durchzogenen Stirnzapfen aufsitzen uud zu gewissen Zeiten gewechselt werden. Thränengruben und Afterklauen sind immer vorhanden, Klauendrüsen dagegen nur äusserst selten. Der Magen ist vierfach.

1. Gatt. Elennthier *(Alces)*.

Die Schnauze ist sehr breit, die Oberlippe überhängend und gefurcht. Die Afterklauen sind länglich und abgerundet. Die Nasenkuppe ist grösstentheils behaart und nur eine sehr kleine Stelle vor den Nasenlöchern ist kahl. Haarbüschel befinden sich nur an der Aussenseite des Mittelfusses über seiner Mitte, nicht aber auch an der Innenseite der Fusswurzel. Der Nasenrücken ist gerade und ebenso auch der Rücken, der Schwanz sehr kurz. Die Ohren sind lang und breit, die Thränengruben sehr klein und freiliegend, die Hufe schmal und gerade. Nur das Männchen trägt Geweihe. Die Geweihe sind sehr stark, auf einem kurzen Rosenstocke aufsitzend, nach seitwärts gerichtet, beinahe von der Wurzel an schaufelförmig ausgebreitet, fingerförmig eingeschnitten und gefurcht. Augen-, Eis- und Mittelsprosse fehlen. Klauendrüsen sind vorhanden, Eckzähne fehlen.

Diese Gattung zählt nur zwei Arten:

Alces lobata. (*Cervus lobatus.* Agassiz.)

Amer. Labrador, Canada.

Alces jubata. (*Cervus Alces.* Linné.)

Eur. Norwegen, Schweden, Russland, Liefland, Kurland, Litthauen, Ost-Preussen. — As. Sibirien.

2. Gatt. **Rennthier** (*Tarandus*).

Die Schnauze ist sehr breit, die Oberlippe überhängend und ungefurcht. Die Afterklauen sind länglich und stumpf zugespitzt. Die Nasenkuppe ist vollständig behaart. Haarbüschel befinden sich nur an der Aussenseite des Mittelfusses über seiner Mitte, nicht aber auch an der Innenseite der Fusswurzel. Der Nasenrücken ist gerade und ebenso auch der Rücken, der Schwanz sehr kurz. Die Ohren sind ziemlich lang und schmal, die Thränengruben klein und von einem Haarbüschel überdeckt, die Hufe breit und mit der Spitze nach einwärts gebogen. Beide Geschlechter tragen Geweihe und nur zuweilen fehlen sie dem Weibchen. Die Geweihe sind stark, auf einem kurzen Rosenstocke aufsitzend, bogenförmig von rück- nach vorwärts gekrümmt, an ihren Enden schaufelförmig ausgebreitet, fingerförmig eingeschnitten und schwach gefurcht. Augen-, Eis- und Mittelsprosse sind vorhanden. Klauendrüsen sind vorhanden, Eckzähne nur im Oberkiefer der alten Männchen und ragen nicht über die Lippe hervor.

Die beiden dieser Gattung angehörigen Arten sind:

Tarandus rangifer. (*Cervus Tarandus.* Linné.)

Eur. Norwegen, Schweden, nördliches Russland. — As. Sibirien.

Tarandus hastalis. (*Cervus hastalis.* Agassiz.)

Amer. Nord-Polarländer.

3. Gatt. **Damhirsch** (*Dama*).

Die Schnauze ist schmal, die Oberlippe weder überhängend, noch gefurcht. Die Afterklauen sind länglich und abgestutzt. Die Nasenkuppe ist kahl, gross und gegen die Lippe zu verschmälert. Haarbüschel befinden sich nur an der Aussenseite des Mittelfusses über seiner Mitte, nicht aber auch an der Innenseite der Fusswurzel. Der Nasenrücken ist gerade und ebenso auch der Rücken, der Schwanz kurz. Die Ohren sind mittellang und ziemlich breit, die Thränengruben nicht sehr gross und freiliegend, die Hufe schmal und gerade. Nur das Männchen trägt Geweihe. Die Geweihe sind stark, auf einem kurzen Rosenstocke aufsitzend, aufrechtstehend, in der unteren Hälfte

gerundet und rauh, in der oberen schaufelförmig ausgebreitet, zackenartig eingeschnitten und glatt. Augen- und Mittelsprosse sind vorhanden, die Eissprosse fehlt. Klauendrüsen und Eckzähne mangeln.

Hieher gehört nur eine einzige Art:

Dama Platyceros. (*Cervus Dama.* Linné.)

Eur. Portugal, Spanien, Sicilien, Sardinien, Italien, Griechenland. — As. Natolien, Persien. — Afr. Algier, Tunis.

4. Gatt. **Wapitihirsch** (*Strongyloceros*).

Die Schnauze ist schmal, die Oberlippe weder überhängend, noch gefurcht. Die Afterklauen sind länglich und abgestutzt. Die Nasenkuppe ist kahl, gross und gegen die Lippe zu verschmälert. Haarbüschel befinden sich nur an der Aussenseite des Mittelfusses über seiner Mitte, nicht aber auch an der Innenseite der Fusswurzel. Der Nasenrücken ist gerade und ebenso auch der Rücken, der Schwanz sehr kurz. Die Ohren sind lang und schmal, die Thränengruben ziemlich gross und freiliegend, die Hufe breit und mit der Spitze nach einwärts gebogen. Nur das Männchen trägt Geweihe. Die Geweihe sind stark, auf einem kurzen Rosenstocke aufsitzend, aufrechtstehend, gerundet und rauh, und in mehr oder weniger zahlreiche Sprossen verästet, von denen mindestens drei nach vorwärts gerichtet sind. Augen- und Mittelsprosse sind vorhanden und bisweilen auch die Eissprosse. Klauendrüsen mangeln. Eckzähne sind nur im Oberkiefer der alten Männchen, seltener auch der alten Weibchen vorhanden und ragen nicht über die Lippe hervor.

Die einzige zur Zeit bekannte Art ist:

Strongyloceros canadensis. (*Cervus Canadensis.* Briss.)

Amer. Californien. Canada.

5. Gatt. **Hirsch** (*Cervus*).

Die Schnauze ist schmal, die Oberlippe weder überhängend, noch gefurcht. Die Afterklauen sind länglich und abgestutzt.

Die Nasenkuppe ist kahl, gross und gegen die Lippe zu verschmälert. Haarbüschel befinden sich nur an der Aussenseite des Mittelfusses über seiner Mitte, nicht aber auch an der Innenseite der Fusswurzel. Der Nasenrücken ist gerade und ebenso auch der Rücken, der Schwanz sehr kurz. Die Ohren sind lang und schmal, die Thränengruben ziemlich gross und freiliegend, die Hufe schmal und gerade. Nur das Männchen trägt Geweihe. Die Geweihe sind stark, auf einem kurzen Rosenstocke aufsitzend, aufrechtstehend, gerundet und rauh, und in mehr oder weniger zahlreiche Sprossen verästet, von denen mindestens drei nach vorwärts gerichtet sind. Augen- und Mittelsprosse sind vorhanden und bisweilen auch die Eissprosse. Klauendrüsen mangeln. Eckzähne sind nur im Oberkiefer der alten Männchen, seltener auch der alten Weibchen vorhanden und ragen nicht über die Lippe hervor.

Man kennt nur drei Arten:

Cervus Elaphus. (*Cervus Elaphus.* Linné.)

Eur. Nördlicher, mittlerer und südlicher Theil. — As. Kaukasus, Altai, Daurien.

Cervus barbarus. (*Cervus barbarus.* Bennett.)

Afr. Algier.

Cervus Wallichii. (*Cervus Wallichii.* Cuv.)

As. Kaschmir, Nepal, Thibet, Persien, China.

6. Gatt. Kronhirsch (*Panolia*).

Die Schnauze ist schmal, die Oberlippe weder überhängend, noch gefurcht. Die Afterklauen sind länglich und abgestutzt. Die Nasenkuppe ist kahl, gross und nicht gegen die Lippe zu verschmälert. Haarbüschel befinden sich nur an der Aussenseite des Mittelfusses über seiner Mitte, nicht aber auch an der Innenseite der Fusswurzel. Der Nasenrücken ist gerade und ebenso auch der Rücken, der Schwanz sehr kurz. Die Ohren sind lang und schmal, die Thränengruben ziemlich gross und freiliegend, die Hufe schmal und gerade. Nur das Männchen trägt Geweihe. Die Geweihe sind stark, auf einem kurzen Rosenstocke aufsitzend, bogenförmig nach rück-, aus- und aufwärts gekrümmt, an ihrem oberen Ende nach vor- und einwärts gekehrt und an

ihren Enden beinahe schaufelförmig ausgebreitet, gerundet und rauh, und in mehrere Sprossen verästet, von denen mindestens zwei nach vorwärts gerichtet sind. Die Augensprosse ist vorhanden und bisweilen auch die Eissprosse, die Mittelsprosse fehlt. Klauendrüsen mangeln. Eckzähne sind nur im Oberkiefer der alten Männchen sowohl, als auch der alten Weibchen vorhanden und ragen nicht über die Lippe hervor.

Bis jetzt ist nur eine einzige Art mit Sicherheit bekannt:

Panolia frontalis. (*Cervus frontalis.* Mc. Clell).

As. Hinter-Indien, Munneepore, Cochinchina, Butan.

7. Gatt. Sikahirsch (*Elaphoceros*).

Die Schnauze ist schmal, die Oberlippe weder überhängend, noch gefurcht. Die Afterklauen sind länglich und abgestutzt. Die Nasenkuppe ist kahl, gross und nicht gegen die Lippe zu verschmälert. Haarbüschel befinden sich nur an der Aussenseite des Mittelfusses über seiner Mitte, nicht aber auch an der Innenseite der Fusswurzel. Der Nasenrücken ist gerade und ebenso auch der Rücken, der Schwanz sehr kurz. Die Ohren sind mittellang und breit, die Thränengruben ziemlich gross und freiliegend, die Hufe schmal und gerade. Nur das Männchen trägt Geweihe. Die Geweihe sind stark, auf einem kurzen Rosenstocke aufsitzend, aufrechtstehend, gerundet und rauh, und in vier Sprossen verästet, von denen drei nach vorwärts gerichtet sind. Augen- und Mittelsprosse sind vorhanden, die Eissprosse fehlt. Klauendrüsen mangeln. Eckzähne sind nur im Oberkiefer der alten Männchen, seltener auch der alten Weibchen vorhanden und ragen nicht über die Lippe hervor.

Hierher die einzige Art:

Elaphoceros Sika. (*Cervus Sika.* Temm. Schleg.)

As. Japan.

8. Gatt. Reh (*Capreolus*).

Die Schnauze ist schmal, die Oberlippe weder überhängend, noch gefurcht. Die Afterklauen sind länglich und stumpf zugespitzt. Die Nasenkuppe ist kahl, gross und gegen die Lippe zu verschmälert. Haarbüschel befinden sich nur an der Aussenseite

des Mittelfusses über seiner Mitte, nicht aber auch an der Innenseite der Fusswurzel. Der Nasenrücken ist gerade und ebenso auch der Rücken, der Schwanz überaus kurz und nur ein Stummel. Die Ohren sind mittellang und ziemlich schmal, die Thränengruben sehr klein und von Haaren überdeckt, die Hufe schmal und gerade. Nur das Männchen trägt Geweihe und äusserst selten, doch nur im hohen Alter, auch das Weibchen. Die Geweihe sind ziemlich stark, auf einem kurzen Rosenstocke aufsitzend, aufrechtstehend, gerundet und rauh, und meist nur in drei Sprossen verästet, von denen zwei nach vorwärts gerichtet sind. Die Mittelsprosse ist vorhanden, die Augen- und Eissprosse fehlen. Klauendrüsen sind vorhanden. Eckzähne fehlen fast immer und nur äusserst selten sind Rudimente derselben im Oberkiefer der alten Männchen vorhanden, welche aber nicht über die Lippe hervorragen.

Man kennt bis jetzt nur zwei Arten:

Capreolus pygargus. (*Cervus pygargus.* Pall.)

As. Sibirien.

Capreolus vulgaris. (*Cervus Capreolus.* Linné.)

Eur. Nördlicher, mittlerer und südlicher Theil. — As. Kaukasus, Altai, Armenien, Persien, Tatarei.

9. Gatt. Schweinhirsch (*Hyelaphus*).

Die Schnauze ist schmal, die Oberlippe weder überhängend, noch gefurcht. Die Afterklauen sind länglich und stumpf zugespitzt. Die Nasenkuppe ist kahl, gross und nicht gegen die Lippe zu verschmälert. Haarbüschel befinden sich nur an der Aussenseite des Mittelfusses über seiner Mitte, nicht aber auch an der Innenseite der Fusswurzel. Der Nasenrücken ist gewölbt, der Rücken nach vorne zu gesenkt, der Schwanz kurz. Die Ohren sind mittellang und breit, die Thränengruben sehr klein und freiliegend, die Hufe schmal und gerade. Nur das Männchen trägt Geweihe. Die Geweihe sind schmächtig, auf einem kurzen Rosenstocke aufsitzend, aufrechtstehend, gerundet und rauh, und nur in drei Sprossen verästet, von denen zwei nach vorwärts gerichtet sind. Die Augensprosse ist vorhanden, die Eis- und Mittelsprosse fehlen. Klauendrüsen und Eckzähne mangeln.

Es ist nur eine Art bekannt:

Hyelaphus porcinus. (*Cervus porcinus.* Zimmerm.)
As. Vorder-Indien.

10. Gatt. Axishirsch (*Axis*).

Die Schnauze ist schmal, die Oberlippe weder überhängend, noch gefurcht. Die Afterklauen sind länglich und stumpf zugespitzt. Die Nasenkuppe ist kahl, gross und nicht gegen die Lippe zu verschmälert. Haarbüschel befinden sich nur an der Aussenseite des Mittelfusses über seiner Mitte, nicht aber auch an der Innenseite der Fusswurzel. Der Nasenrücken ist gerade und ebenso auch der Rücken, der Schwanz kurz. Die Ohren sind mittellang und breit, die Thränengruben sehr klein und freiliegend, die Hufe schmal und gerade. Nur das Männchen trägt Geweihe. Die Geweihe sind schmächtig, auf einem kurzen Rosenstocke aufsitzend, aufrechtstehend, gerundet und rauh, und nur in drei Sprossen verästet, von denen zwei nach vorwärts gerichtet sind. Die Augensprosse ist vorhanden, die Eis- und Mittelsprosse fehlen. Klauendrüsen und Eckzähne mangeln.

Hieher gehören folgende zwei Arten:

Axis Pseudaxis. (*Cervus Pseudaxis.* Gervais.)
As. Insel Solor.

Axis maculata. (*Cervus Axis.* Erxleb.)
As. Vorder-Indien.

11. Gatt. Mähnenhirsch (*Rusa*).

Die Schnauze ist schmal, die Oberlippe weder überhängend, noch gefurcht. Die Afterklauen sind länglich und stumpf zugespitzt. Die Nasenkuppe ist kahl, gross und nicht gegen die Lippe zu verschmälert. Haarbüschel befinden sich nur an der Aussenseite des Mittelfusses über seiner Mitte, nicht aber auch an der Innenseite der Fusswurzel. Der Nasenrücken ist gerade und ebenso auch der Rücken, der Schwanz kurz. Die Ohren sind mittellang und breit, die Thränengruben sehr gross und freiliegend, die Hufe schmal und gerade. Nur das Männchen trägt Geweihe. Die Geweihe sind stark, auf einem kurzen Rosenstocke

ıfsitzend, aufrechtstehend, gerundet und rauh, und meist nur in rei Sprossen verästet, von denen zwei nach vorwärts gerichtet nd. Die Augensprosse ist vorhanden und äusserst selten auch in Rudiment der Eissprosse, die Mittelsprosse fehlt. Klauenrüsen sind vorhanden, oder mangeln. Eckzähne sind nur im berkiefer der alten Männchen, seltener auch der alten Weiben vorhanden und ragen nicht über die Lippe hervor, oder hlen auch gänzlich.

Zu dieser Gattung gehören nachstehende Arten:

Rusa Hippelaphus. (*Cervus Hippelaphus.* Cuv.)

As. Java, Sumatra, Borneo.

Rusa moluccensis. (*Cervus moluccensis.* Quoy, Gaim.)

As. Kleine Sunda-Inseln und Molukken; Buru, Timor, Pulumao, Rottie, Pulu-Kambing, Amboina. Ternate.

Rusa lepida. (*Cervus lepidus.* Sundev.)

As. Java.

Rusa Peronii. (*Cervus Peronii.* Cuv.)

As. Timor.

Rusa equina. (*Cervus equinus.* Cuv.)

As. Borneo, Sumatra, Malakka.

Rusa dimorpha. (*Cervus dimorphe.* Hodgs.)

As. Nepal, Morung.

Rusa mariana. (*Cervus marianus.* Quoy, Gaim.)

As. Marianen.

Rusa Kuhlii. (*Cervus Kuhlii.* S. Müll., Schleg.)

As. Insel Lübek.

Rusa philippina. (*Cervus philippinus.* Sundev.)

As. Philippinen, Insel Luzon.

Rusa Aristotelis. (*Cervus Aristotelis.* Cuv.)

As. Vorder-Indien, Ceylon, Nepal, Silhet.

12. Gatt. Bahrajahirsch (*Rucervus*).

Die Schnauze ist schmal, die Oberlippe weder überhängend, h gefurcht. Die Afterklauen sind länglich und stumpf zugezt. Die Nasenkuppe ist kahl, gross und nicht gegen die pe zu verschmälert. Haarbüschel befinden sich nur an der ssenseite des Mittelfusses über seiner Mitte, nicht aber auch an

der Innenseite der Fusswurzel. Der Nasenrücken ist gerade und ebenso auch der Rücken, der Schwanz kurz. Die Ohren sind mittellang und breit, die Thränengruben ziemlich gross und freiliegend, die Hufe schmal und gerade. Nur das Männchen trägt Geweihe. Die Geweihe sind stark, auf einem kurzen Rosenstocke aufsitzend, aufrechtstehend, gerundet und rauh, und in vier Sprossen verästet, von denen zwei nach vorwärts gerichtet sind. Die Augensprosse ist vorhanden, die Eis- und Mittelsprosse fehlen. Klauendrüsen mangeln. Eckzähne sind nur im Oberkiefer der alten Männchen, seltener auch der alten Weibchen vorhanden und ragen nicht über die Lippe hervor.

Die einzige bisher bekannt gewordene Art ist:

Rucervus Duvaucelii. (*Cervus Duvaucelii.* Cuv.)

As. Indien, Nepal.

13. Gatt. Ohrenhirsch (*Otelaphus*).

Die Schnauze ist schmal, die Oberlippe weder überhängend, noch gefurcht. Die Afterklauen sind länglich und stumpf zugespitzt. Die Nasenkuppe ist kahl, gross und nicht gegen die Lippe zu verschmälert. Haarbüschel befinden sich sowohl an der Innenseite der Fusswurzel, als auch an der Aussenseite des Mittelfusses unter seiner Mitte. Der Nasenrücken ist gerade und ebenso auch der Rücken, der Schwanz kurz. Die Ohren sind lang und ziemlich breit, die Thränengruben gross und freiliegend, die Hufe ziemlich breit und gerade. Nur das Männchen trägt Geweihe. Die Geweihe sind stark, auf einem kurzen Rosenstocke aufsitzend, aufrechtstehend, nach aus- und etwas nach rückwärts gerichtet, gerundet und gerunzelt, und in vier bis fünf Sprossen verästet, von denen die vier oberen zu einer doppelten Gabel vereinigt sind. Die Augensprosse ist bisweilen vorhanden, die Eis- und die Mittelsprosse fehlen. Klauendrüsen und Eckzähne mangeln.

Man kennt bis jetzt mit Sicherheit nur zwei Arten:

Otelaphus macrotis. (*Cervus macrotis.* Say.)

Amer. Rocky-mountains.

Otelaphus Richardsonii. (*Cervus Richardsonii.* Audub. Bachm.)

Amer. Californien, Oregon.

14. Gatt. Mazamahirsch (*Reduncina*).

Die Schnauze ist schmal, die Oberlippe weder überhängend noch gefurcht. Die Afterklauen sind länglich und stumpf zugespitzt. Die Nasenkuppe ist kahl, gross und nicht gegen die Lippe zu verschmälert. Haarbüschel befinden sich sowohl an der Innenseite der Fusswurzel, als auch an der Aussenseite des Mittelfusses unter seiner Mitte. Der Nasenrücken ist gerade und ebenso auch der Rücken, der Schwanz kurz. Die Ohren sind lang und ziemlich breit, die Thränengruben sehr klein und freiliegend, die Hufe schmal und gerade. Nur das Männchen trägt Geweihe. Die Geweihe sind nicht sehr stark, auf einem kurzen Rosenstocke aufsitzend, bogenförmig von rück- nach vorwärts gekrümmt, gerundet und gerunzelt, und in drei bis sieben Sprossen verästet, welche alle nach einwärts gerichtet sind. Die Augensprosse ist vorhanden, die Eis- und Mittelsprosse fehlen. Klauendrüsen und Eckzähne mangeln.

Die hieher gehörigen Arten sind folgende:

Reduncina virginiana. (*Cervus virginianus.* Gmel.)

Amer. Virginien.

Reduncina similis. (*Cervus similis.* Pucheran.)

Amer. Südlicher, mittlerer und westlicher Theil der vereinigten Staaten?

Reduncina punctulata. (*Cervus punctulatus.* Gray.)

Amer. Californien.

Reduncina mexicana. (*Cervus Mexicanus.* Desmar.)

Amer. Mexico.

Reduncina leucura. (*Cervus leucurus,* Douglas.)

Amer. Californien, Oregon.

Reduncina Cariacou. (*Cariacou.* Buff.)

Amer. Guiana, Mexiko.

Reduncina nemoralis. (*Cervus nemoralis.* H. Smith.)

Amer. Mexiko, Guiana.

Reduncina savannarum. (*Cervus savannarum*. Caban. Schomburgk.)

Am. Britisch-Guiana.

15. Gatt. Gabelhirsch (*Creagroceros*).

Die Schnauze ist schmal, die Oberlippe weder überhängend, noch gefurcht. Die Afterklauen sind länglich und stumpf zugespitzt. Die Nasenkuppe ist kahl, gross und nicht gegen die Lippe zu verschmälert. Haarbüschel befinden sich nur an der Innenseite der Fusswurzel, nicht aber auch an der Aussenseite des Mittelfusses. Der Nasenrücken ist gerade und ebenso auch der Rücken, der Schwanz kurz. Die Ohren sind lang und schmal, die Thränengruben ziemlich gross und freiliegend, die Hufe nicht sehr schmal und gerade. Nur das Männchen trägt Geweihe. Die Geweihe sind ziemlich stark, auf einem kurzen Rosenstocke aufsitzend, aufrechtstehend, gerundet und gerunzelt, und fast von der Wurzel an in zwei Sprossen verästet, die nach aufwärts gerichtet sind, Augen-, Eis- und Mittelsprosse fehlen und ebenso auch Klauendrüsen und Eckzähne?

Hierher gehören folgende zwei Arten:

Creagroceros antisiensis. (*Cervus antisiensis*. D'Orbigny.)

Amer. Bolivia, Ecuador.

Creagroceros chilensis. (*Cervus chilensis*. Gay, Gervais.)

Amer. Chili, Patagonien.

16. Gatt. Sprossenhirsch (*Blastoceros*).

Die Schnauze ist schmal, die Oberlippe weder überhängend, noch gefurcht. Die Afterklauen sind länglich und stumpf zugespitzt. Die Nasenkuppe ist kahl, gross und nicht gegen die Lippe zu verschmälert. Haarbüschel befinden sich nur an der Innenseite der Fusswurzel, nicht aber auch an der Aussenseite des Mittelfusses. Der Nasenrücken ist gerade und ebenso auch der Rücken, der Schwanz sehr kurz. Die Ohren sind lang und schmal, die Thränengruben gross und freiliegend, die Hufe

chmal und gerade. Nur das Männchen trägt Geweihe. Die Geeihe sind ziemlich stark, auf einem kurzen Rosenstocke auftzend, aufrechtstehend, nach aus- und rückwärts gerichtet, gemdet und gerunzelt, und in drei bis fünf Sprossen verästet, von enen eine nach vorwärts gerichtet ist. Die Augensprosse ist rhanden, die Eis- und Mittelsprosse fehlen. Klauendrüsen angeln. Eckzähne sind nur im Oberkiefer der alten Männchen rhanden und ragen nicht über die Lippe hervor.

Bis jetzt sind nur drei Arten bekannt:

Blastoceros paludosus. (*Cervus paludosus.* Desmar.) Amer. Brasilien, Paraguay.

Blastoceros comosus. (*Cervus comosus.* Wagn.) Amer. Brasilien?

Blastoceros campestris. (*Cervus campestris.* Fr. Cuv.) Amer. Brasilien, Paraguay, nördliches Patagonien.

Blastoceros gymnotis. (*Cervus gymnotis.* Wiegm.) Amer. Columbien, Terra firma, Guiana.

17. Gatt. Spiesshirsch (*Subulo*).

Die Schnauze ist schmal, die Oberlippe weder überhängend, och gefurcht. Die Afterklauen sind länglich und stumpf zugepitzt. Die Nasenkuppe ist kahl, gross und nicht gegen die Lippe verschmälert. Haarbüschel befinden sich nur an der Innenite der Fusswurzel, nicht aber auch an der Aussenseite des ittelfusses. Der Nasenrücken ist gewölbt, der Rücken gerade, er Schwanz sehr kurz. Die Ohren sind mittellang und ziemlich eit, die Thränengruben sehr klein und freiliegend, die Hufe hmal und gerade. Nur das Männchen trägt Geweihe. Die Geeihe sind schmächtig, auf einem kurzen Rosenstocke aufsitzend, hief nach auf- und rückwärts gerichtet, gerundet und gerunzelt, d bestehen in einfachen, nicht verästeten pfriemenförmigen iessen. Klauendrüsen fehlen. Eckzähne sind nur bisweilen im erkiefer älterer Männchen vorhanden und ragen nicht über die ppe hervor.

Hierher gehören folgende Arten:

Subulo dolichurus. (*Cervus dolichurus.* Wagn.) Amer. Guiana, nördliches Brasilien.

Subulo rufus. (*Cervus rufus.* Illiger.)
Amer. Paraguay, Brasilien, Peru, Guiana.
Subulo rufinus. (*Cervus rufinus.* Pucheran.)
Amer. Ecuador.
Subulo auritus. (*Coassus auritus.* Gray.)
Amer. Brasilien.
Subulo superciliaris. (*Coassus superciliaris.* Gray.)
Amer. Nordost-Brasilien, Para.

18. Gatt. Pfriemenhirsch (*Doryceros*).

Die Schnauze ist schmal, die Oberlippe weder überhängend, noch gefurcht, die Afterklauen sind länglich und stumpf zugespitzt. Die Nasenkuppe ist kahl, gross und nicht gegen die Lippe zu verschmälert. Haarbüschel befinden sich weder an der Innenseite der Fusswurzel, noch an der Aussenseite des Mittelfusses. Der Nasenrücken ist gewölbt, der Rücken gerade, der Schwanz sehr kurz. Die Ohren sind mittellang und ziemlich breit, die Thränengruben sehr klein und freiliegend, die Hufe schmal und gerade. Nur das Männchen trägt Geweihe. Die Geweihe sind schmächtig, auf einem kurzen Rosenstocke aufsitzend, schief nach auf- und rückwärts gerichtet, gerundet und gerunzelt, und bestehen in einfachen, nicht verästeten pfriemenförmigen Spiessen. Klauendrüsen fehlen. Eckzähne sind nur bisweilen im Oberkiefer älterer Männchen vorhanden und ragen nicht über die Lippe hervor.

Es sind seither nur zwei Arten bekannt:

Doryceros Tschudii. (*Cervus Tschudii.* Wagn.)
Amer. Peru.
Doryceros nemorivagus. (*Cervus nemorivagus.* Fr. Cuv.)
Amer. Brasilien.

19. Gatt. Zwerghirsch (*Nanelaphus*).

Die Schnauze ist schmal, die Oberlippe weder überhängend, noch gefurcht. Die Afterklauen sind länglich und stumpf zugespitzt. Die Nasenkuppe ist kahl, gross und nicht gegen die Lippe

zu verschmälert. Haarbüschel befinden sich weder an der Innenseite der Fusswurzel, noch an der Aussenseite des Mittelfusses. Der Nasenrücken ist gewölbt, der Rücken gerade, der Schwanz sehr kurz und stummelartig. Die Ohren sind ziemlich kurz und breit, die Thränengruben mittelgross und freiliegend, die Hufe schmal und gerade. Nur das Männchen trägt Geweihe. Die Geweihe sind schmächtig, auf einem kurzen Rosenstocke aufsitzend, schief nach rückwärts gerichtet, gerundet und gerunzelt, und bestehen in einfachen, nicht verästeten pfriemenförmigen Spiessen. Klauendrüsen fehlen. Eckzähne sind nur bisweilen im Oberkiefer älterer Männchen vorhanden und ragen nicht über die Lippe hervor.

Die beiden bis jetzt bekannt gewordenen Arten dieser Gattung sind:

Nanelaphus Namby. (*Cervus Namby.* Natterer.)
Amer. Brasilien.

Nanelaphus Pudu. (*Capra Pudu.* Molina)
Amer. Chili.

20. Gatt. Muntjak *(Prox)*.

Die Schnauze ist schmal, die Oberlippe weder überhängend, noch gefurcht. Die Afterklauen sind breit und abgeplattet. Die Nasenkuppe ist kahl, gross und nicht gegen die Lippe zu verschmälert. Haarbüschel befinden sich weder an der Innenseite der Fusswurzel, noch an der Aussenseite des Mittelfusses. Der Nasenrücken ist gewölbt, der Rücken gerade, der Schwanz kurz. Die Ohren sind ziemlich kurz und breit, die Thränengruben sehr gross und freiliegend, die Hufe schmal und gerade. Nur das Männchen trägt Geweihe. Die Geweihe sind ziemlich stark, auf einem sehr langen Rosenstocke aufsitzend, schräg nach rückwärts gerichtet, gerundet und gefurcht, und entweder in zwei Sprossen verästet, von denen die eine nach vorwärts gerichtet ist, oder auch in einfachen, nicht verästeten pfriemenförmigen Spiessen bestehend. Die Augensprosse ist meistens vorhanden, die Eis- und die Mittelsprosse fehlen. Klauendrüsen mangeln. Eckzähne sind nur im Oberkiefer und zwar bei beiden

Geschlechtern vorhanden, doch ragen sie nur bei den Männchen über die Lippe hervor.

Zu dieser Gattung gehören nachstehende Arten:

Prox Ratva. (*Cervus Ratva.* Hodgs.)

As. Nepal.

Prox albipes. (*Cervus albipes.* Wagn.)

As. Vorder-Indien, Bombai, Malabar, Ceylon. Hinter-Indien, Malakka.

Prox Muntjak. (*Cervus Muntjak.* Zimmerm.)

As. Sunda-Inseln, Java, Sumatra, Borneo, Banka, Hinter-Indien, Melakka, Philippinen.

Prox styloceros. (*Cervus stylocerus.* Wagn.)

As. Vorder-Indien, Dekan, Nepal.

Prox Reevesii. (*Cervus Reevesii.* Ogilby.)

As. Nördliches China.

Die Eier von Raja quadrimaculata (Bonap.) innerhalb der Eileiter.

Von Dr. **S. L. Schenk,**
Professor an der Wiener Universität.

(Mit 1 Tafel.)

Die Mittheilungen, welche uns über die Entwicklungsgeschichte der Plagiostomen vorliegen, behandeln theilweise nur die Entwicklung einzelner Organe, zum Theile aber geben sie zusammenhängend den Aufbau des Leibes dieser Thiere mit Hinweglassung gewisser Entwicklungsstadien[1]. Sämmtliche Arbeiten entbehren der vollständigeren Hilfsmittel, deren man sich in neuerer Zeit bei embryologischen Untersuchungen bedient, weswegen ich es mir zur Aufgabe gemacht habe, die Eier der Plagiostomen in ihrer Entwicklung einer erneuerten Erforschung zu unterziehen und von deren Ergebniss einen Theil in der vorliegenden Arbeit mitzutheilen.

---

[1] Leukart, F. S., Äussere Kiemen der Embryonen von Rochen und Haien. Stuttg. 1856.

Robin. Syst. saugn. des Plagiost. L'Institut XIII, 1845.

Müller J., Über den glatten Hai des Aristoteles etc. K. Akad. d. W. Berlin 1840.

Leydig. Zur mikroskop. Anat. und Entwicklungsgeschichte der Rochen und Haie. Leipzig, 1852.

Kölliker, Antheil d. Chordascheiden an der Bildung des Schädelgrundes der Squalidae. Würzburg, naturw. Zeitschr. 1860. I.

Leukart, Über allmälige Bildung der Körpergestalten bei den Rochen. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie 1850.

Gerbe L., Sur la segmentation de la cicatricule et la formation des produits adventivo de l'oeuf des Plagiost. et particulier. des raies. Mit 23 Tafeln. Paris, 1872.

Leone de sanctis. Embryogenia degli org. elettr. delle Torpedini etc. Napoli. 1872.

Nach den neuesten Mittheilungen von Gerbe ist das Ei der Rochen im Eileiter schon befruchtet. Diese Beobachtung dient mir als Anhaltspunkt, die von mir untersuchten Eier als befruchtete und zur Entwicklung reife anzusehen. Das Material zur Untersuchung wurde frischen Thieren entnommen, die ich mir in Triest und dessen Umgebung aus dem adriatischen Meere verschafft habe.

Die Eier wurden derart eröffnet, dass ich aus einer der breiteren Wände ein viereckiges Flächenstück der Eischale ausschnitt, darauf die gallertige Hülle von der Wandung der Eischale mit einem Scalpelheft lockerte und den ganzen Eiinhalt sammt der Schale ins Wasser brachte, dem soviel Chromsäure zugefügt wurde, dass die Flüssigkeit hell weingelb gefärbt ward. Man muss hiebei beachten, dass der runde weisse Fleck auf dem gelben Dotter nach oben zu liegen kommt, was durch das eben beschriebene Vorgehen am leichtesten erreicht wird.

Nach 24 Stunden wird der weisse Fleck mit einem Theile des daran haftenden Nahrungsdotters ringsum ausgestochen und in Alkohol gebracht, worauf er der bekannten Procedur bei der Untersuchung auf Durchschnitten unterzogen wird. Die einzelnen Theile des Bildungsdotters hängen so locker aneinander, dass man nur bei besonderer Vorsicht einen Bildungsdotter von *Raja quadrimaculata* frühester Entwicklungsstadien zur Bereitung von Querschnitten herrichten kann. Beim Einlegen der Eier in die verdünnte Chromsäure beobachtet man, dass die umgebende Gallertschichte nicht in ähnlicher Weise gerinnt, wie dies mit dem Eiweiss der Hühnereier, wenn deren Dotter in ähnlicher Weise behandelt wird, der Fall ist.

Am Eie von *Raja quadrimaculata* beobachten wir im letzten Abschnitte des Eileiters eine Eischale, eine Gallertsubstanz, die dieser anliegt, und den Dotter, der aus einem Bildungs- und Nahrungsdotter besteht. Die Eischale ist derb pergamentartig und flach. Sie ist von länglich viereckiger Gestalt, deren Winkel in vier hornartige hohle Fortsätze auslaufen.

Die Eischale liegt im Eileiter dicht dessen Wandungen an. Sie zeigt bei oberflächlicher Untersuchung zwei Schichten, eine

äussere, die aus langen Fasern besteht, und eine innere, welche das eigentlich Pergamentartige der Schale bildet. Die Faserschichte scheint bei oberflächlicher Besichtigung als auch bei der mikroskopischen Untersuchung nur aus Bindegewebsfasern zu bestehen. Allein wenn man die mikrochemische Reaction auf Bindegewebe (Essigsäure) anwendet, so überzeugt man sich, dass die Fasern keine Bindegewebsfasern sind.

Bekommt man Eier der früheren Stadien aus dem Eierstocke zur Untersuchung, so sieht man an denselben den Dotter nur von einer Faserhülle umgeben, die offenbar der später sich entwickelnden hornigen und faserigen Eihülle zur Grundlage dient. Diese Fasern ergeben sich als Bindegewebsfasern und zeigen, mit Essigsäure behandelt, die für Bindegewebe charakteristische Reaction. Da nun die Eischale erst später, nachdem das Ei in den Eileiter gelangt, sich ausbildet, so scheint es nicht unwahrscheinlich, dass die Fasern ihre frühere chemische Beschaffenheit wesentlich geändert haben, was möglicherweise unter dem Einflusse des Secretes der Drüsen im Eileiter geschieht.

Der hornige Theil der Eischale liegt dem faserigen nur locker an und wird von diesem vollkommen gedeckt. Die Fasern verlaufen parallel mit dem Längsdurchmesser der Eischale.

Am hornigen Theile der Eischale werden auf Durchschnitten drei Schichten (Fig. 1. 1, 2, 3) unterschieden, die bei mikroskopischer Untersuchung zu sehen sind. — Die innere und äussere Schichte ist weniger lichtbrechend als die mittlere. Die innere Schichte (*i*) besteht aus einer dunkleren feinkörnigen Masse, an der zuweilen zwei Lagen zu unterscheiden sind, die sich blos durch ihre Helligkeit von einander unterscheiden. Gewöhnlich ist die innerste Lage (*m*) dunkler als die an ihr grenzende (*n*). Die innere Schichte breitet sich längst der ganzen Ausdehnung der Eischale aus und setzt sich bis in den sich abflachenden Theil (*x*) derselben fort. An den schmäleren Rändern der Eischale (*z*), zwischen der Concavität der beiden hornartigen hohlen Fortsätze sind beide Lagen der inneren Schichte am besten ausgeprägt. Die kürzeren Kanten der flachen hornartigen Eischale zeigen auf dem Durchschnitte (Fig. 1, *z*), dass die Eischale an dieser Stelle nicht sowie an den beiden längeren Kanten innig mit einander vereinigt sind, ohne eine Spur von einer

Trennungscontour zu zeigen; sondern sie sind durch eine Naht mit einander vereinigt. An dieser Naht participirt zunächst die innere Schichte der Eischale, während die beiden anderen sich dieser nur anlegen. Die Naht wird aus mehreren hinter einander gestellten Leistchen gebildet, die an beiden einander zugewendeten Flächen der Eischale in der Richtung des kleineren Durchmessers liegen. Zwischen diesen kleinen Leistchen befinden sich entsprechende Vertiefungen. Die Erhabenheiten an der einen Fläche greifen in die Vertiefungen zwischen den Leistchen an der gegenüberliegenden Fläche. Macht man Längsschnitte an dieser Stelle durch die Eischale, so erscheint die Verbindung als durch Zähne zu Stande gebracht zu sein. Da uns aber eine auf einander folgende Reihe der Durchschnitte die gleichen Bilder gibt, so sind die Zähne (Fig. 1, *z*) nur als die Querschnitte der Leistchen anzusehen. Sie werden von der Eihöhle angefangen gegen die Peripherie immer kleiner, bis sie auf dem Querschnitte nur noch eine fein gezackte Linie darstellen. Sie werden nur von der inneren Schichte der Eischale gebildet.

Der inneren Schichte (1) liegt die mittlere (2, Fig. 1) an. Sie ist die breiteste von allen Schichten der Eischale und erstreckt sich rings um dieselbe. Ihre Durchsichtigkeit macht sie von allen übrigen Schichten zu der zunächst bemerkbaren und auffallenden. Sie ist auf Durchschnitten schwach gelblich gefärbt und ergibt sich als structurlos. Nur in der Mitte derselben sind kleinere Lücken sichtbar, welche zuweilen als längliche Spalträume zu erkennen sind.

An den kürzeren Kanten der Eischale legt sie sich der inneren Schichte an und die Grenze zwischen beiden an dieser Stelle ist keine geradlinige, sondern eine schwach gezackte. Sie wird an den kürzeren Kanten der Eischale dünner, und die Lücken setzen sich zum guten Theile in dieselbe fort, ohne die äusserste Spitze der Eischale zu erreichen. — Am äussersten Theile der kürzeren Kante stossen die innere und äussere Schichte der Eischale an einander und werden von der Faserhülle (4, Fig. 1) umgeben.

Die äussere Schichte der Eischale ist weniger durchsichtig und bedeutend schmäler als die innere. An ihr kann man einen deutlich faserigen Bau erkennen. Allein man kann die Fasern

mechanisch nicht isoliren. Es scheint, dass die zwischen ihnen befindliche Zwischensubstanz eine Isolirung verhindert.

Die äussere und mittlere Schichte der Eischale scheinen aus den umgebenden Fasern hervorzugehen, was besonders an der äusseren Schichte noch an der vollkommen ausgebildeten Eischale zu sehen ist; indem man hier die einzelnen Fasern deutlich erkennt, ohne dass man irgend einen Unterschied zwischen beiden Faserzügen, den umhüllenden und denen der äusseren Schichte der Eischale, erkennt.

Auch im chemischen Verhalten der Eischale und der umhüllenden Fasern ist kein Unterschied zu beobachten. Die chemische Beschaffenheit der Eischalen von verschiedenen Wirbelthieren ist uns bisher noch wenig bekannt.

Vorwiegend wurde die Eischale der Vögel und beschuppten Amphibien mit besonderer Berücksichtigung der anorganischen Substanzen untersucht. (Valenciennes und Fremy, Pront, Vauquelin, L. Gmelin.) In der gefärbten Eischale mancher Vögel sind Gallenbestandtheile enthalten.

Nach His, der sich auf Prof. Miescher's Untersuchungen bezieht, soll die Eikapsel der Eier von Knochenfischen aus einer unlöslichen Eiweissmodification nebst Schwefel und Phosphor bestehen.

Ich untersuchte an den Eiern von *Raja quadrimaculata* das Verhalten der pergamentähnlichen Schale und der sie umhüllenden Faserschichte zu verschiedenen chemischen Reagentien, um möglicher Weise irgend welchen Anhaltspunkt zu erlangen, damit man den einen oder anderen in der Thierwelt bekannten Körper als Bestandtheil der Eischale aufsuchen könne.

Im Ganzen zeigte sowohl die Schale als auch die Fasersubstanz ein Verhalten, nach welchem beide Theile im Wesentlichen aus einer Substanz bestehen, die man als Keratinsubstanzen beschreibt oder gemeinhin Keratin nennt.

Die Eischale und Faserschichte ergibt sich als stickstoffhaltige Substanz, wovon man sich durch die charakteristischen Proben überzeugen kann. Sie enthält auf lufttrockene Substanz berechnet, im Mittel 2·73% Aschenbestandtheile, welche aus Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kali und Natron bestehen.

Die Substanz ist in kochender Kalilauge löslich. Sie quillt in kalter Kalilauge. In concentrirter Schwefelsäure quillt die Schale und die Faserschichte stark auf, ohne dass nach mehreren Tagen irgend welcher organische Bestandtheil in derselben gelöst wird. — Denn eine Probe der Schwefelsäure von der Substanz abgegossen und neutralisirt, gibt beim Verbrennen keinen verkohlten Rückstand. Ferner kann man in der bekannten Weise Leucin und Tyrosin aus der Eischale bekommen, die sowohl an ihren Krystallformen als auch durch die bezüglichen chemischen Reactionen nachgewiesen wurden.

Innerhalb der Eischale findet sich eine Gallerte, von der wir schon oben erwähnten, dass sie durch die Chromsäure, die zum Härten des Dotters verwendet wird, nicht gefällt wird. Man konnte daher vermuthen, dass wir es hier nicht mit einem löslichen Eiweiss, wie beim Hühnerei, zu thun haben. Dies bestätigen auch die für die Eiweisskörper charakteristischen Reactionen. In der Mitte der Gallerte finden wir, wie es im Allgemeinen bei den Plagiostomen der Fall ist, einen Bildungs- und Nahrungsdotter, der äusserlich dem des Hühnereies gleicht. Nur fand ich den Nahrungsdotter bei *Raja quadrimaculata* stets rosafarben und nicht gelb wie beim Hühnerei und anderen Plagiostomen.

Der Nahrungs- und Bildungsdotter werden von einer dünnen structurlosen Membran umgeben, die bei den leichtesten mechanischen Eingriffen reisst und den Dotter ausfliessen lässt.

Der Nahrungsdotter besteht vorwiegend aus Krystallplättchen, wie sie in Fig. 2 *α* abgebildet sind, als viereckige Plättchen von gelber Farbe. Nebst diesen findet man auch Gebilde, die kleinere und grössere Plättchen darstellen von der Form der in Fig. 2 *β* abgebildeten.

An manchen Dotterplättchen beobachtet man im frischen Zustande eine concentrische Schichtung. Ähnliche Plättchen kommen in den Dottern der Eier von manchen anderen Thieren vor, besonders schön im Bildungsdotter der Batrachiereichen. Radlkofer beobachtete an solchen Krystallplättchen die Eigenschaft der Doppelbrechung.

Mit Jodtinctur behandelt, zeigen die Gebilde des Nahrungsdotters eine weinrothe Färbung, welche in der Wärme schwindet. Mit Rücksicht darauf, dass Dareste im Nahrungsdotter

der Hühnereier kleine Körperchen fand, die mit Jodtinctur behandelt, blau gefärbt werden und die er als amylumhaltige Gebilde bezeichnet, scheint es angezeigt, den Nahrungsdotter der Plagiostomen näher darauf zu untersuchen und möglicherweise einen Verbrauch desselben während der Entwicklung zu constatiren.

Der weisse Dotter oder Bildungsdotter, welcher dem Keime bei den Knochenfischen entspricht, erscheint auf Durchschnitten aus einer feinkörnigen Masse bestehend, die in einer tellerförmigen Grube des Nahrungsdotters liegt. Man findet denselben ähnlich dem Hahnentritte des Hühnereies, nach der Eröffnung des Eies nach oben am Nahrungsdotter.

Er ist an befruchteten Eiern planconvex, mit seiner Convexität dem Nahrungsdotter zugewendet. In späteren Stadien dehnt sich aber der Bildungsdotter mehr nach der Fläche aus und es ist die planconvexe Form, wie selbe an Durchschnitten anfangs zu beobachten war, geschwunden. Der befruchtete Keim ist in Fig. 3 im Durchschnitte zu sehen. Nimmt man von einem frischen Keime desselben Stadiums einen Theil zur mikroskopischen Untersuchung, so sieht man ein feinkörniges Protoplasma, an dem zahlreiche Plättchen des gelben Dotters hängen.

Mit der Verflachung des Dotters beobachtet man ein Schwinden des Keimbläschens. Die Vorgänge dieses Schwindens lassen sich wegen Mangel an passendem Materiale nicht in ähnlicher Weise mit derselben Genauigkeit verfolgen, wie dies von Oellacher für die Knochenfische durchgeführt wurde. Nur so viel ist sicher, dass man in einem bestimmten Stadium an der Stelle des früheren Keimbläschens eine Höhle findet (Fig. 4 *h*), die nach aussen eine kleine Mündung besitzt.

Gerbe beschreibt ähnliche Höhlen im Bildungsdotter und es ist mir gelungen, ein Entwicklungsstadium zur Untersuchung zu bekommen, in welchem ich auf dem Durchschnitte eine solche Höhle zur Beobachtung bekam. In diesen Stadien ist an dem Bildungsdotter kein bemerkenswerther, von jüngeren Stadien verschiedener Bau zu unterscheiden.

Die Höhle, wie selbe in Fig. 4 *h* abgebildet wurde, zeigt auf dem Durchschnitte einen dreieckigen Raum, dessen Basis dem Nahrungsdotter zugewendet ist, während die Spitze durch eine feine Öffnung nach aussen mündet. Vor dem Auftreten des



Furchungsprocesses konnte man am Keime Bewegungserscheinungen beobachten, die ähnlich den Bewegungen sind, wie sie am Keime der Knochenfische beschrieben wurden (Oellacher). Man kann diese Beobachtungen nicht am ausgeschnittenen Keime machen, sondern bei auffallendem Lichte am ganzen Eie, an dem ein entsprechendes Stück der grösseren Fläche der Eischale abgetragen wurde. Die Bewegungen bestehen im Auftreten buckelförmiger Fortsätze und Verschwinden derselben, welcher Vorgang sich nicht oft wiederholt und nur langsam vor sich geht.

Mit der Verflachung des Bildungsdotters beobachten wir, dass die feinkörnige Masse desselben, welche bisher noch keine Zellen sehen lässt, sich in zwei Lagen (Fig. 5 *o*, *u*) anordnet.

Diese beiden Lagen stellen noch den ungefurchten Keim dar. Man ist daher weit entfernt annehmen zu können, dass man hier etwa eine Anordnung der Dottermasse vor sich hätte, welche den angelegten Keimblättern entsprechen würde. Zwischen beiden gesonderten Lagen des Keimes sieht man einen Spalt *Sp*, der je nach dem Entwicklungsstadium vor der Furchung, welches man vor sich hat, bald einen grösseren, bald einen kleineren Raum darstellt. In allen Fällen reicht der Raum nahezu bis an den Randtheil des Keimes. Die körnige Masse, welche unterhalb des Spaltes liegt, ist weniger durchsichtig als die oberhalb desselben liegende.

Dieser Spalt hängt mit jener Höhle, die wir in Fig. 4 im Keime beschrieben haben, nicht zusammen. Er ist auch nicht als aus der früheren hervorgegangen zu betrachten, sondern sie entsteht von dieser unabhängig in Folge der Sonderung des ungefurchten Keimes in zwei Theile.

Der im Durchschnitte quer liegende Spalt ist die Anlage der Höhle, um welche die ersten Producte des Furchungsprocesses zu liegen kommen. Wenn wir mit der entsprechenden Höhle bei anderen Wirbelthiereiern den in Rede stehenden Spalt vergleichen wollen, so müssen wir denselben als mit der ersten Anlage der Furchungshöhle ähnlich betrachten. Die beiden Lagen im ungefurchten Keime sind dann als die Massen zu betrachten, die schon in früheren Stadien durch den vorhandenen Spalt gesondert werden, um in späteren Stadien während de

Furchung theils als Decke, theils als Boden der Furchungshöhle in Form von kleineren und grösseren Furchungsstücken den Spalt, respective die Furchungshöhle zu umgeben. Nur dadurch würde sich das Ei von *Raja quadrim.* von dem anderer Thiere unterscheiden, dass wir bei den letzteren die Furchungskugeln zuerst um die sogenannte Furchungshöhle angeordnet finden, während wir bei *Raja* die noch ungefurchte Bildungsmasse des Keimes um den Spalt, beziehungsweise die erste Anlage der Furchungshöhle, angeordnet sehen.

Es ist von den verschiedenen Wirbelthieren bekannt, dass der Furchungsprocess nicht an allen Theilen des Bildungsdotters zugleich anfängt, sondern er beginnt an einer Stelle, von welcher sich derselbe allmälig auf das übrige Ei, respective den übrigen Bildungsdotter erstreckt. So beobachtet man beispielsweise bei den Batrachiern, dass die Furchung an der oberen Hälfte, genauer am oberen Pole des Eies beginnt, während man am unteren Pole noch keine Andeutung einer Furche findet. Ja man kann in der oberen Hälfte des Eies den Furchungsprocess bis zu den ausgebildeten Furchungskugeln vorgeschritten finden, während in der unteren Hälfte noch grössere Stücke einer ungefurchten Masse zu sehen sind.

Ähnlich diesem Vorgange beobachten wir an den Hühner- und Forellenembryonen, dass der sogenannte Basaltheil in den ersten Furchungsstadien nicht so weit in der Zerklüftung vorgeschritten angetroffen wird, als der centrale Theil der Keimanlage. Es entspricht der Basaltheil der Hühner- und Forellenembryonen der unteren Hälfte des Batrachiereies.

Bei den Eiern von *Raja quadrimaculata*, wo wir den Keim in ähnlicher Weise auf dem Nahrungsdotter ausgebreitet finden, wie dies beim sogenannten Hahnentritte des Hühnereies zu beobachten ist, finden wir keine auffallende Verschiedenheit in der Grösse der Furchungskugeln am Randtheile und jener im centralen Theile des Keimes. Dagegen kann man an dem zur Furchung ausgebildeten Keime die zwei verschiedenen Lagen unterscheiden, von denen die obere dem centralen Theile des Hühnerembryo, die untere dem Randtheile desselben entspricht. Im Vergleiche mit dem Eie der Batrachier können wir eine obere und untere Hälfte am Keime unterscheiden.

Nur ist zu bemerken, dass bei den Plagiostomen die untere Hälfte des Keimes längere Zeit ungefurcht bleibt, was wohl damit zusammenhängt, dass die Entwicklungsvorgänge bei den Plagiostomen überhaupt langsamer vor sich gehen als bei vielen anderen Wirbelthieren.

Die gefurchten Eier zeigen bei den Plagiostomen, so weit mir solche zur Beobachtung vorlagen, grössere und kleinere Stücke, die bei auffallendem Lichte unterschieden werden können und heller als ihre Umgebung sich zeigen. Die Contouren derselben zeigen sich unregelmässig und nicht bei allen Stücken gleich. Den Furchungsprocess in Rücksicht auf den Rhythmus der Furchung, vom Anfange derselben, konnte ich nicht verfolgen.

Dagegen ist es mir gelungen, durch den Keim späterer Stadien Durchschnitte zu gewinnen, von denen ich einen in Fig. 6 abbilde. An diesem Schnitte sind zunächst die Durchschnitte der unregelmässigen, neben einander liegenden Stücke (*f*) zu sehen. Die Contouren der einzelnen Stücke sind deutlich sichtbar. Jedes dieser Stücke stellt uns eine sogenannte Furchungskugel dar. Diese bestehen aus einem feinkörnigen Protoplasma, in dem zuweilen ein grösserer Kern sichtbar ist; an vielen fehlte ein solcher. Zugleich fällt es am ganzen Durchschnitte auf, dass der Keim dicker wurde, wie man sich beim Vergleiche mit den früheren Abbildungen der Schnittpräparate überzeugen kann. Es bestätigt dies die Angabe von Gerbe, dass die Cicatricula während der Furchung an Dicke in ihrem Durchmesser von oben nach unten zunimmt.

Wie an dem abgebildeten Schnittpräparate in Fig. 6 zu sehen, ist die Verdickung vorwiegend durch den gefurchten Theil des Keimes (*o*) bedingt. Die in der Tiefe des Keimes liegende und gefurchte Masse (*u*), welche dem Nahrungsdotter aufliegt, ist nicht dicker als die entsprechende Partie des Keimes jüngerer Stadien.

Es ist ferner aus der Zeichnung des Schnittpräparates in Fig. 6 zu entnehmen, dass die obere Hälfte bereits bis zum Vorhandensein der Dotterkugeln gefurcht ist, während die untere Hälfte des Keimes als die ungefurchte Bildungsmasse vorhanden ist.

Nach dem bisher Gesagten ist es leicht zu ersehen, dass ir diese untere Hälfte des Keimes mit der sogenannten cenalen Dottermasse von Reichert bei den Batrachiereiern verleichen können. Bei diesen geht die centrale Dottermasse eichfalls aus der unteren Hälfte des Eies hervor. In wiefern ber die untere Hälfte des Keimes von *Raja quadrimaculata* am ufbaue des Embryo sich in späteren Stadien betheiligt, bleibt orläufig den weiteren Forschungen überlassen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Durchschnitt durch die Eischale und die kürzere Kante eine Eischale.

1. Innere, 2. mittlere, 3. äussere: Schichte der Eischale.
4. Faserhülle.

mn die beiden Lagen der inneren Schichte,
G Gallerte, die der Schale anhängt,
H Höhle der Eischale.

„ 2. α, β, γ, Dotterplättchen aus dem Nahrungsdotter.

„ 3. Der befruchtete Keim auf dem Durchschnitte.

B Bildungsdotter,
N Nahrungsdotterstücke, demselben anhaftend.

„ 4. Durchschnitt durch den flacher gewordenen Keim.

H Höhle des Keimbläschens,
B Bildungsdotter,
N Nahrungsdotter.

„ 5. Der Bildungsdotter auf dem Durchschnitte mit der Anlage d Furchungshöhle.

o Obere, *u* untere: Hälfte des Bildungsdotters,
Sp zwischen beiden liegender Spalt als Anlage der Furchunghöhle.

„ 6. Durchschnitt durch den gefurchten und verdickten Keim.

o Oberer, *u* unterer: Theil des Bildungsdotters,
f Furchungskugel,
Sp Anlage der Furchungshöhle,
N (Stücke der) Plättchen des Nahrungsdotters.

Eier von raja quadri maculata.

4.

5.

2.

α β γ

3.

6.

Autor del. Lith. Anst. v. J. Wagner

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LXVIII. BAND. II. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1873. — HEFT I BIS V.

Mit 6 Tafeln und 12 Holzschnitten.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1874.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

ACHTUNDSECHZIGSTER BAND.

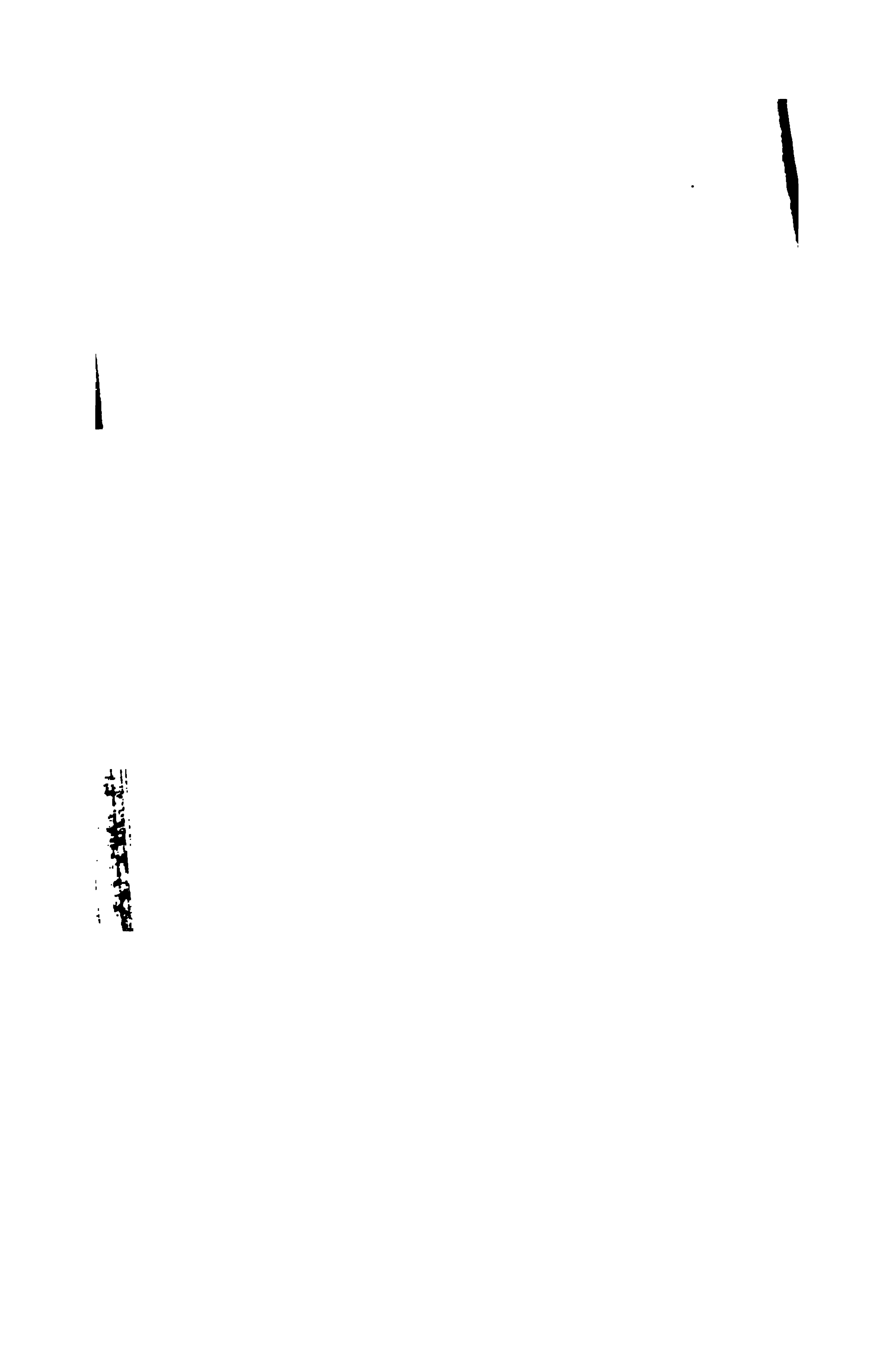
WIEN.

AUS DER K. K HOF UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

1874.



INHALT.

—

SITZUNGSBERICHTE

DER

ISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXVIII. Band.

ZWEITE ABTHEILUNG.

6.

hält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Mechanik, Meteorologie und Astronomie.



XVI. SITZUNG VOM 13. JUNI 1873.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Betrachtung der allgemeinen Bewegungsform starrer Körper vom Gesichtspunkte einer Gyralbewegung", vom Herrn Jos. Finger, Professor an der Staats-Oberrealschule zu Laibach.

„Beobachtungen am Kundt'schen Manometer", vom Herrn V. Dvořák, Assistenten der Physik an der Prager Universität, eingesendet und empfohlen durch Herrn Prof. Dr. E. Mach.

„Über die Functionen X_n^m", vom Herrn Prof. L. Gegenbauer in Krems.

„Die Hemmung der Darmbewegung durch den *Nervus splanchnicus*", vom Herrn Dr. S. R. v. Basch, Privatdocenten an der Wiener Universität.

Herr Hofrath Dr. E. v. Brücke überreicht eine in seinem physiologischen Institute ausgeführte Arbeit des med. stud. Herrn Felix v. Winiwarter, betitelt: „Der Widerstand der Gefässwände im normalen Zustande und während der Entzündung."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real, de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Tomo IX. Diciembre 1872—Marzo 1873. Habana; 8⁰. — Tablas abituarias de 1872. Habana, 1873; 8⁰.

Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Mémoires. Tome XXXIX. Bruxelles, 1872; 4⁰. —Mémoires couronnés et autres Mémoires. Collection in 8⁰. Tome XXII. Bruxelles, 1872. — Bulletin. 39ᵉ Année, 2ᵉ

Série, Tomes XXIX & XXX (1870); 40e Année, 2e Série, Tomes XXXI & XXXII (1871); 41e Année. 2e Série, Tomes XXXIII & XXXIV (1872). 8°. — Annuaire. XXXVIIIe & XXXIXe Années. 1872 & 1873. Bruxelles; kl. 8°. — Compte rendu des séances de la Commission Royale d'histoire. 3e Série. Tome XIIe, 4e & 5e Bulletins; Tomes XIIIe et XIVe; 4e Série, Tome Ier, 1er Bulletin. Bruxelles, 1871—1873; 8°. — Biographie nationale. Tome IIIe, 2e Partie; Tome IVe, 1ère Partie. Bruxelles, 1872; 8°. — Centième anniversaire de fondation (1772—1872). Tomes I—II. Bruxelles, 1872; 8°. — De l'astronomie dans l'Académie Royale de Belgique. Rapport séculaire (1772—1872), par Ed. Mailly. Bruxelles, 1872; 8°. — Ouddietsche Fragmenten van den Parthonopeus van Bloys, door J. H. Bormans. Brüssel, 1871; 8°. — Speghel der Wijsheit of leeringhe der zalichede, van Jan Praet, door J. H. Bormans. Brüssel, 1872; 8°.

Akademie der Wissenschaften und Künste, Südslavische: Rad. Knjiga XXII. U Zagrebu, 1873; 8°. — *Acta coniurationem Bani Petri a Zrinio et Com. Fr. Frangepani illustrantia.* U Zagrebu, 1873; 8°. — Arkiv za poviestnicu jugoslavensku. Knjiga XI. U Zagrebu, 1872; 8°.

— — Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Januar 1873. Berlin; 8°.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 15—16. Wien, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1940—1942. (Bd. 81. 20—22.) Altona, 1873; 4°.

Blake, William P., Reports of the United States Commissioners to the Paris Universal Exposition, 1867. Vols. I—VI. Washington, 1870; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVI, Nrs. 19—21. Paris, 1873; 4°.

Cosmos di Guido Cora. II. Torino, 1873; kl. 4°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Bd. Nr. 10—11. Wien, 1873; 4°.

— Senckenbergische naturforschende: Abhandlungen. VIII. Bandes 3. & 4. Heft. Frankfurt a. M., 1872; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 21—22. Wien, 1873; 4°.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik, von C. Ohrtmann, F. Müller, A. Wangerin. II. Band. Jahrgang 1869 u. 1870. Berlin, 1873; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 11. Graz, 1873; 4°.

Lese- und Redehalle der deutschen Studenten zu Prag: Jahres-Bericht. Vereinsjahr 1872—73. Prag, 1873; 8°.

Mailly, Ed., Tableau de l'Astronomie dans l'hémisphère australe et dans l'Inde. Bruxelles, 1872; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873, V. Heft. Gotha; 4°.

Nature. Nrs. 186—187, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Observatoire Royal de Bruxelles: Annales. Tome XXI. Bruxelles, 1872; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VIII, Nr. 2. Firenze, 1873; 4°.

Observations des phénomènes périodiques pendant l'année 1870. Par A. Quetelet. 4°. — Tables de mortalité et leur développement etc. Par A. Quetelet. Bruxelles, 1872; 4°. — L'homme considéré dans le système social: ou comme unité, ou comme fragment de l'espèce humaine. Par A. Quetelet. 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1873. XXIII. Band, Nr. 1. Wien; 4°. — Verhandlungen. Jahrgang 1873. Nr. 7. Wien; 4°.

Reslhuber, Augustin, Resultate aus den im Jahre 1870 auf der Sternwarte zu Kremsmünster angestellten meteorologischen Beobachtungen. Linz, 1873; 8°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger.“ IIme Année. 2e Série. Nrs. 47—48. Paris, 1873; 4°.

Société Entomologique de Belgique: Annales. Tome XVe. Bruxelles, Paris, Dresde, 1871—72; gr. 8°.

Société des Ingenieurs civils: Mémoires et compte rendu des travaux. 3e Série; 25e Année, 3e & 4e Cahiers. Paris, 1872; 8°.

— Mathématique de France: Bulletin. Tome Ie, Nrs. 2–3. Paris, 1873; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 21–23. Wien, 1873; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang, 6. & 7. Heft. Wien, 1873; 4°.

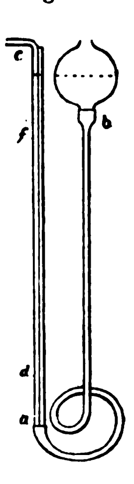
Beobachtungen am Kundt'schen Manometer.

Von Dr. **V. Dvořák**,
Assistenten der Physik an der Universität Prag.

(Mit 5 Holzschnitten.)

Gelegentlich einer Untersuchung mit dem Kundt'schen Schallmanometer [1], wobei viele und verschiedenartig construirte Manometer verwendet wurden, zeigte sich eine auffallende Ungleichheit in den einzelnen Angaben, selbst wenn die Manometer ganz sorgfältig angefertigt waren.

Fig. 1.



Ein Grund der Ungleichheit der Angaben bei einem und demselben Manometer ist die verschiedene Länge der Luftsäule in dem mit der Pfeife in Verbindung stehenden Manometerschenkel; manches sonst gut construirte Manometer zeigt z. B. bald eine Verdichtung, oder gar nichts, oder eine Verdünnung (selbst wenn es ein Verdichtungsmanometer ist), je nachdem man die Länge der Luftsäule ändert. Um letzteres zu erreichen, bindet man zwei Glasröhren (Fig. 1), von denen eine oben abgebogen ist, oben und unten zusammen, steckt sie bei *a* in einen Kautschukschlauch, an dessen anderes Ende bei *b* ein Glasgefäss mit Wasser angebracht ist; durch Heben und Senken dieses Glasgefässes kann man dann das Wasser in dem Manometerröhrchen sinken oder steigen lassen.

Bei meinen Versuchen waren die Röhren *ac* 55 Ctm. lang bei einem inneren Durchmesser von 3 Mm. Die meistentheils verwendete gedeckte Pfeife war von Holz, 27 Ctm. lang, 2·4 Ctm.

[1] Poggendorf's Annalen 1868, p. 563.

breit, 2·8 Ctm. tief, und wurde gewöhnlich mittelst eines angesetzten Kautschukschlauches mit dem Munde angeblasen, weil man so die Pfeife noch mit einem stärkeren Druck anblasen und rascher zwischen Grundton und Obertönen wechseln kann, als bei einem Blasbalge. Die Pfeife sprach auf den Grundton gut an, und gab bei starkem Blasen die beiden nächsten Obertöne sehr kräftig. An das Ende der Pfeife wurde ein Blasenventil, so wie es Kundt verwendete, eingesetzt, jedoch reichte die Röhre des Manometers fast unmittelbar an den Spalt des Ventils; der luftdichte Verschluss wurde überall mit Wachs, das durch etwas Fett erweicht war, hergestellt.

Die Abhängigkeit von der Länge der Luftsäule im Manometer zeigt sich beim Grundton nicht so auffallend wie bei den Obertönen; bei diesen zeigen sich z. B. für ein Verdünnungsmanometer Stellen, wo keine oder eine kleinste Druckänderung eintritt, dazwischen liegen Verdünnungs-, manchmal, jedoch nicht immer, auch Verdichtungsmaxima. Steht das Wasser im Manometer nur wenig über einen Punkt, wo die Druckänderung $= o$ ist und oberhalb dessen sich ein Verdünnungsmaximum befindet, so steigt es beim Blasen anfangs ganz langsam, dann aber ziemlich rapid, sobald es sich dem Orte des Maximums nähert.

Ich habe sehr viele Versuche mit dem Grundton und den beiden Obertönen ausgeführt; es zeigt sich zwar eine gewisse Gesetzmässigkeit in der Vertheilung der Punkte kleinster und grösster Druckänderung, aber die geringste Änderung an der Membran, ein Feuchtwerden derselben genügte, um eine andere Vertheilung dieser Punkte und eine andere Grösse der Maxima herbeizuführen; oft gibt auch z. B. ein Verdünnungsmanometer bei schwachem Anblasen desselben Tones eine Verdünnung, bei starkem eine Verdichtung an; das Membranventil lässt für sich angeblasen gewöhnlich gar keinen Ton oder eine ganze Reihe beisammenliegender Töne hören; es ist also eine genaue Bestimmung des ganzen Vorganges nicht leicht möglich. Für den Grundton liegt der Punkt, wo die Druckänderung ein Minimum ist, gewöhnlich tief unten, etwa bei d; für den ersten Partialton liegt ein solcher Punkt nicht sehr weit vom oberen Ende der Manometerröhre, etwa bei f; diese Punkte rücken weiter hinauf,

wenn man die Pfeife verkürzt; natürlich ändert sich ihre Lage auch mit der Änderung der Spalte und Membran des Ventils.

Kundt gibt an, dass er die Membran des Ventils durch Anblasen auf den Grundton seiner über einen Fuss langen gedeckten Pfeife gestimmt hat; mir ist es trotz vieler Versuche nie gelungen, eine so kleine Membran (von Kautschuk oder Guttaperchapapier) auf einen so tiefen Ton zu stimmen; der tiefste Ton, den ich erhalten konnte, lag in der Nähe des ersten Partialtones einer solchen Pfeife. Ich fand aber, dass das Abstimmen der Membran auf den untersuchten Ton von keinem merklichen Nutzen ist, ja in einigen Fällen traf es sich, dass nach sorgfältiger Abstimmung der Membran das Manometer nur sehr geringe Druckänderungen für den betreffenden Ton zeigte, während es für die anderen Töne der Pfeife nicht unbeträchtliche Druckänderungen angab.

Verschloss ich das Ende der Manometerröhre durch ein Blech mit einer feinen Öffnung und blies den Grundton an (weil sich bei diesem der Einfluss der Luftsäule im Manometer am wenigsten zeigt), so war die Druckänderung viel kleiner, als wenn das Blech mit der Öffnung entfernt wurde, und zwar um so kleiner, je feiner die Öffnung war.

Ist ein genug grosser, z. B. cylindrischer Hohlraum zwischen dem Blech, das die Spalte trägt, und zwischen dem Ende der Manometerröhre, so zeigt sich der Einfluss der Länge der Luftsäule in der Manometerröhre nur wenig, oder gar nicht. Es kann dann z. B. ein Verdichtungsmanometer für einen Partialton der Pfeife stets dieselbe Verdünnung zeigen, wie auch das Niveau des Wassers im Manometer steht.

Im Allgemeinen zeigen Manometer mit kleinen Spalten und sehr dünnen, leicht dehnbaren Kautschukmembranen nur in geringem, oft unmerklichen Grade eine Abhängigkeit von der Länge der Luftsäule; ein bei der früher angeführten Pfeife gebrauchtes Ventil mit einer 4 Mm. langen, $^3/_4$ Mm. breiten Spalte zeigte zuweilen, jedoch nicht immer, diese Eigenschaft; ein anderes Ventil, wo der Spalt schon 10 Mm. lang und 1 Mm. breit war, zeigte fast ohne Ausnahme eine bedeutende Abhängigkeit von der Länge der Luftsäule im Manometer. Auch verwendete ich bei dem ersten Ventil statt der Kautschukmembran einen

2 Mm. breiten, blos an einem Ende angeklebten, gegen das andere Ende zu schmäleren Staniolstreifen oder dünnen Glimmerstreifen; hier war auch die Länge der Luftsäule von grossem Einfluss.

Für grössere Pfeifen müssen auch die Dimensionen des Ventils grösser sein (für eine 8füssige Pfeife ein etwa 3 Mm. breiter, 10 Mm. langer Spalt), weil dasselbe sonst beim Tönen der Pfeife nicht erregt wird. Für kleinere Pfeifen müssen die Dimensionen wiederum kleiner sein, weil sonst die Pfeife nur schlecht anspricht und man zu unregelmässige Resultate bekommt; ich verwandte bei einer 6 Ctm. langen Pfeife mit gutem Erfolge statt des Spaltes eine kreisrunde Öffnung von blos 1 Mm. Durchmesser, die mit einem Streifchen Goldschlägerhaut überspannt war.

Was die grösste Druckänderung betrifft, die man mit einem Schallmanometer bei einer gedeckten Pfeife erreichen kann, so gibt Kundt für den Grundton seiner etwas über einen Fuss langen Pfeife einen Druck von 8—12 Zoll Wasser an; Töpler und Boltzmann[1] finden nach einer optischen Methode bei einer sorgfältig construirten Pfeife von $13^1/_3$ Zoll Länge und ziemlich weiter Mensur folgende Druckzuwüchse:

bei schwachem Anblasen (mit 3 Mm. Quecksilberdruck)
2·3 Zoll Wasser,

bei starkem Anblasen (mit 24 Mm. Quecksilberdruck)
4·4 Zoll Wasser,

bei sehr starkem Anblasen (mit 30 Mm. Quecksilberdruck)
6·3 Zoll Wasser.

Ich fand bei meiner gleich anfangs erwähnten, mit dem Munde angeblasenen, 10 Zoll langen Pfeife als grösstes Resultat aus sehr vielen Versuchen:

für den Grundton (bei 4 Mm. Quecksilberdruck)
1 Zoll 10 Lin. Wasser,

für den ersten Oberton (bei 19 Mm. Quecksilberdruck)
$4^1/_2$ Zoll Wasser,

für den zweiten Oberton (bei 40 Mm. Quecksilberdruck)
8 Zoll Wasser.

---

[1] Poggend. Annalen 1870, Nr. 11.

Ich habe noch mehrere gedeckte Pfeifen von sehr verschiedener Grösse und Mensur, die gut ansprachen, in Bezug auf den Grundton untersucht; der grösste Überdruck, den ich bekam, war blos 2—3 Zoll; freilich konnte ich die Pfeifen nicht mit einem so hohen Blasbalgdruck anblasen, wie Töpler und Bolzmann, denn die meisten übersprangen bald in den Oberton. Jedenfalls muss man, falls ein Schallmanometer wirklich den Druckzuwachs im Knoten der Pfeife angibt, den Überdruck von 12 Zoll Wasser für den Grundton als einen enormen betrachten, denn die Tonstärke wächst nach Töpler und Boltzmann mit zunehmendem Blasbalgdrucke anfangs zwar rasch, dann aber nur langsam, und es muss also Kundt, wie Töpler und Boltzmann bemerken, seine Pfeife mit einem ausserordentlich grossen Druck angeblasen haben.

Auch fand ich den Unterschied zwischen offenen und gedeckten Pfeifen bei weitem nicht so gross, wie Kundt; Kundt bekam im Knoten der offenen Pfeife 3—6 Zoll Überdruck, bei der gedeckten aber 8—12 Zoll. Ich bekam bei der obenerwähnten 10 Zoll langen Pfeife für den Grundton sogar mehr, wenn sie offen war, als wenn sie gedeckt war. Auch zeigten seitwärts gerade unter das Mundloch eingesetzte Schallmanometer mit empfindlichem Ventil beträchtliche Druckänderungen; Kundt bekam jedoch im Bauche der Pfeife nicht die geringste Druckänderung.

Kundt hat sich ebenfalls, jedoch ohne Erfolg, bemüht, mit einem in freier Luft befindlichen Schallmanometer von dem Ton einer in unmittelbarer Nähe angeblasenen Pfeife eine Anzeige zu erhalten. Dies gelingt jedoch ganz leicht, wenn man den Spalt des Ventils nur klein nimmt, etwa 3—4 Mm. lang, $^3/_4$ Mm. breit, und ihn mit einer ganz schmalen ($1^1/_2$ Mm.), sehr dünnen, fast gar nicht gespannten Kautschukmembran (oder einem nur an einer Seite angeklebten Staniolstreifchen) bedeckt. Zur Erregung nimmt man hohe, starke Töne, am besten die Obertöne einer offenen, etwa 1 Fuss langen Pfeife, die mit dem Munde angeblasen wird. Das Blech mit dem Spalt ist an einem kurzen Röhrenstückchen von Metall angelöthet; dieses Röhrenstückchen passt genau in eine weitere Röhre (von 3 Ctm. Durchmesser),

in die mittelst eines Korkes ein Manometer angesetzt wird [1]; das Röhrenstückchen kann man auch umgekehrt in die weitere Röhre stecken und erhält so nach Belieben ein Verdünnungs- oder Verdichtungsmanometer, das man mit gutem Vortheil auch bei Pfeifen verwenden kann. Man bekommt merkliche Druckänderungen, wenn die Pfeife auf 1—2 Fuss Entfernung angeblasen wird.

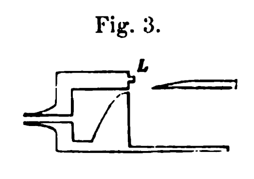
Das Manometer ist auf verschiedene Töne verschieden empfindlich, und man könnte wohl die Pfeife in grössere Entfernung bringen, wenn der Ton gut getroffen ist. Setzt man einen gewöhnlichen Trichter an das Manometer an, so werden die Druckänderungen bedeutend vergrössert; ich bekam in einem Falle 3 Zoll Wasser Verdünnung, wenn die Pfeife eine Handbreit vor dem Trichter angeblasen wurde.

Am besten gelingt aber der Versuch mit einem Resonator, den man an das Schallmanometer ansetzt (Fig. 2). Ich stimmte genau den ersten Oberton einer 1 Fuss langen Pfeife auf einen Resonator, der mittelst erweichtem Wachs luftdicht an das Manometer angesetzt wurde; das Manometer zeigte eine merkliche Druckänderung auf eine Distanz von 4 Meter.

Fig. 2.

Setzt man an das Ende der gedeckten Pfeife ein blosses Manometer ohne Ventil ein, so zeigt dieses beim Tönen eine kleine Verdichtung: nach Kundt soll dieses davon herrühren, dass der aus dem Spalt der Pfeife dringende Luftstrom nicht an der Kante vorbeistreift, sondern etwas in die Pfeife hineinreicht. Man kann aber diese Verdichtung leicht in eine Verdünnung verwandeln, wenn man in kleiner Entfernung über dem Spalt parallel zu diesem ein Holzleistchen L anklebt (Fig. 3); der Ton der Pfeife verliert dadurch an Reinheit und das Manometer zeigt eine

Fig. 3.

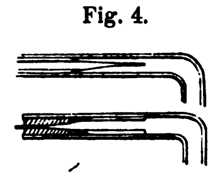


[1] Statt des Manometers kann man auch eine horizontale Glasröhre mit einem Wassertropfen ansetzen; wird das Ventil erregt, so bewegt sich der Tropfen.

kleine Verdünnung. Nimmt man immer breitere Leistchen, die immer mehr über die Mundöffnung ragen, bis diese ganz überdeckt wird, so wird der Ton immer mehr unrein, bis er ganz verschwindet; die Verdünnung steigert sich dabei immer mehr, trotzdem man glauben sollte, dass der Luftstrom jetzt noch mehr zusammengehalten und also in die Pfeife hineingetrieben wird. Auch durch blosses Überdecken der Mundöffnung mit der Hand kann man leicht eine Verdünnung in dem Manometer erzielen; der Ton ist hiebei fast ganz ausgelöscht.

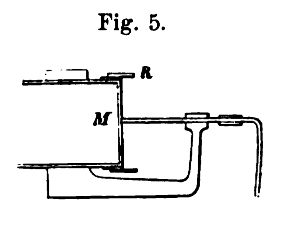
Man kann ausser dem Kundt'schen noch ein anderes Ventil für den Schall verfertigen, welches ziemlich merkwürdig ist. Ein kurzes Glasröhrchen, welches in die Röhre des Manometers passte, wurde zu einer feinen Spitze ausgezogen, mit etwas weichem Wachs in das Manometer mit der Spitze nach innen eingesetzt (Fig. 4, natürl. Grösse) und die Spitze nach und nach immer mehr abgebrochen; bei einer gewissen Grösse der Öffnung in der Spitze zeigte das in die Pfeife eingesetzte Manometer eine Verdünnung von 1—2 Linien Wasser. Kehrt man die Spitze des Trichterchens nach aussen, so zeigt das Manometer eine Verdichtung, und zwar eine ziemlich grössere, als wenn man das blosse Manometer ohne Trichterchen verwendet. Die ganze Erscheinung verschlechtert sich in dem Masse, als die Öffnung in der Spitze des Trichterchens zu fein oder zu weit wird.

Fig. 4.



Ähnliche Erscheinungen wie am Kundt'schen Manometer kann man wahrnehmen, wenn man an das Ende einer Pfeife, am besten einer Metallpfeife von kreisförmigem Querschnitt (Durchm. = 3 Ctm., Länge = 1 Fuss) eine gute Kautschukmembran *M* (Fig. 5) möglichst straff anspannt und senkrecht auf ihre Mitte ein an einem Ende ebengeschliffenes Glasröhrchen (innerer Durchm. = 2 Mm.) ansetzt; das andere Ende verbindet man mit dem in Fig. 1 dargestellten Manometer. Bläst man die Pfeife am besten auf

Fig. 5.



einen ihrer Obertöne[1] an, so bekommt man je nach der Stellung des Wasserniveau's im Manometerschenkel entweder eine Verdichtung, oder gar keine Druckdifferenz, oder eine Verdünnung bis zu einigen Centimetern. Die Erscheinung ist sehr variabel, je nach der Stellung des Glasröhrchens zur Membran.

Eigenthümliche Erscheinungen treten auf, wenn man nach Entfernung des Manometers bei vertical gestellter Pfeife oben auf die Membran eine Schichte von Wasser giesst, dessen Abfliessen ein vorstehender Rand *R* hindert; die Pfeife wird wieder mit dem Munde durch einen Schlauch angeblasen. Passt das Ende des Röhrchens nicht genau auf die Fläche der Membran, so steigt Wasser in das Röhrchen und zwar zufolge der Capillarität höher als der äussere Wasserspiegel. Bläst man nun die Pfeife auf den Grundton an, so wird gewöhnlich sofort ein Theil des Wassers bis auf einen kleinen Rest aus dem Röhrchen herausgesaugt. Zuweilen steigt beim Anblasen eines von den Obertönen das Wasser schnell im Röhrchen auf; auch machte ich dabei wiederholt die eigenthümliche Beobachtung, dass, wenn das etwa 8 Ctm. lange Röhrchen ganz mit Wasser gefüllt wurde, beim Anblasen eines bestimmten Obertones das Wasser im Röhrchen überfloss oder, wenn man eine längere Röhre ansetzte, sogar einige Zoll hoch aufstieg; liess man aber das Wasser über einen gewissen Punkt (beiläufig in der Höhe von 3 Ctm.) sinken, so kehrte sich die Erscheinung um; das Wasser wurde aus dem Röhrchen sehr schnell ausgesaugt; sobald aber das Wasser nur sehr wenig höher stand als dieser Punkt, füllte sich sogleich das Röhrchen. Alle diese Erscheinungen sind ebenfalls sehr variabel.

Die Oberfläche des Wassers zeigt beim Tönen der Pfeife die von Faraday und Mathiessen, jedoch nicht an Membranen, sondern an tönenden Platten beobachteten Wellenformen; dazu ist es gut, wenn man das Röhrchen fortnimmt. Ist schon sehr wenig Wasser auf der Membran, so strömt alles Wasser ziemlich schnell nach dem Ort der grössten Excursion, nämlich nach der Mitte zu, was bisher nur am Lycopodium beobachtet wurde; natürlich sammelt sich auch das Lycopodium bei nicht allzustarkem Blasen zu einem Häufchen auf die Mitte.

[1] Der Grundton ist stets tiefer, als der Grundton der gedeckten Pfeife, wie hoch man auch die Membran stimmen mag.

Nimmt man den vorstehenden Rand von der Membran weg und gibt parallel zu derselben auf etwa 2 Ctm. Entfernung einen Streifen dünnen Papiers vor dieselbe, so wird der Streifen beim Anblasen der Pfeife sofort auf die Membran gezogen; ist er nicht nahe genug, so neigt er sich blos zur Membran hin. Der Streifen kann breit oder sehr schmal sein, ja selbst ein dünner langer Glasfaden neigt sich beim Tönen zur Membran, wenn er nahe genug ist. Ähnlich hat H. Prof. Mach beobachtet, dass, wenn man im Knoten einer offenen Pfeife ein Loch macht, ein Papierstreifen beim Tönen auf das Loch hingezogen wird; ich hängte einen vor dem Luftstrom, der aus dem Kernspalt der Pfeife kommt, geschützten Zwirnfaden nahe vor eine solche runde Öffnung; der Faden wurde stets zur Mitte der Öffnung gezogen, selbst wenn er etwas seitwärts hing. Hieher gehörige Beobachtungen sind schon 1834 von Guyot, 1869 von Guthrie, dann später von Schellbach gemacht worden; eine Theorie stellten Thomson und Challis auf. (Annales de Chimie. T. XXV, pag. 199, Jahrgang 1872.) Auch in Mach's Physik für Mediciner (1862) sind S. 236 ähnliche Erscheinungen erwähnt.

Zum Schlusse will ich noch eine Erscheinung anführen, die ich am Kundt'schen Manometer zu beobachten wiederholt die Gelegenheit hatte; lässt man nämlich kleine Luftblasen in den mit der Pfeife verbundenen Manometerschenkel aufsteigen (dieses gelingt am besten, wenn man das Glasgefäss so tief herabsenkt, bis das Wasser aus den Manometerröhren ganz heraustritt, und dann schnell wieder heraufbringt), so bleiben sie knapp unter der Oberfläche des Wassers stehen; man lässt nun am besten einen Oberton der Pfeife kräftig ertönen, wobei das Manometer eine, jedoch nicht grosse, Verdichtung geben soll, was bei den vielen Abnormitäten des Kundt'schen Manometers öfters eintritt; die Luftblasen steigen sogleich unter das Niveau herab, die kleineren tiefer als die grösseren, und bleiben während des Tönens unverändert an derselben Stelle; hört der Ton auf, so steigen sie wieder auf.

Sämmtliche Versuche wurden im Prager physikalischen Laboratorium ausgeführt.

XVII. SITZUNG VOM 19. JUNI 1873.

Der Secretär legt zwei Denkmünzen vor, wovon die eine aus Anlass der Säcularfeier der k. belgischen Akademie der Wissenschaften und Künste, und die andere zur Erinnerung an den tausendjährigen Bestand des norwegischen Reiches geprägt worden ist. Erstere wurde von der Akademie zu Brüssel und letztere von der Universität zu Christiania eingesendet.

Derselbe legt ferner folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Normaler Blüthen-Kalender von Österreich-Ungarn. Reducirt auf Wien". III. Theil, vom Herrn Vice-Director K. Fritsch in Salzburg.

„Beiträge zur Chemie der Knochen", von den Herren Professor Dr. R. Maly und Dr. Jul. Donath in Innsbruck.

„Über eine neue Curve sechsten Grades", vom Herrn Jos. Weselý, Bibliothekar der polytechnischen Institute in Prag.

„Über einige Anwendungen der Luftreibung bei Messinstrumenten", vom Herrn Prof. A. Toepler in Graz.

Diese Mittheilung ist für den Anzeiger bestimmt.

Herr Prof. Dr. Ed. Suess legt eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung: „Die Erdbeben Nieder-Österreichs", vor.

Herr Dr. Joh. Holetschek, Assistent an der k. k. Wiener Sternwarte, überreicht eine Abhandlung: „Bahnbestimmung des ersten Kometen vom Jahre 1871".

Herr Dr. K. Heitzmann theilt die Ergebnisse von Versuchen über die Wirkung der Milchsäurefütterung auf Thiere mit.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Anstalt, k. ungar. geologische: Mittheilungen aus dem Jahrbuche. I. Band, 2. Heft. Pest, 1872; gr. 8°.

otheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 17. Wien, 1873; 8°.

tronomische Nachrichten. Nr. 1943—1944. (Bd. 81. 23—24.) Altona, 1873; 4°.

eneo Veneto: Atti. Serie II. Vol. VIII. 1870—71. Venezia, 1873; 8°.

liothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLVII. Nr. 185. Genève, Lausanne, Paris, 1873; 8°.

ristiania, Universität: Akademische Schriften aus den Jahren 1869—1872. 4° & 8°.

mptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVI, Nr. 22. Paris, 1873; 4°.

rdts, A. E., Rationelle Heilung des Stotterns und Kräftigung der Sprachorgane zur Selbsthilfe. Siegburg, 1873; 8°.

sellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. Bd. XVI (neuer Folge VI), Nr. 5. Wien, 1873; 8°.

werbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 23—24. Wien, 1873; 4°.

irsch, A., et E. **Plantamour**, Nivellement de précision de la Suisse exécuté par la Commission géodésique fédérale. 4e Livraison. Genève, Bale, Lyon, 1873; 4°.

offmann, Joseph, Das Wiener k. k. allgemeine Krankenhaus. Wien, 1873; 8°.

stitut, Königl. Preuss. geodätisches: Astronomisch-geodätische Arbeiten im Jahre 1871. Leipzig, 1873; 4°.

tituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo II°, Serie IVa, Disp. 6a. Venezia, 1872—73; 8°.

ndbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 12. Graz, 1873; 4°.

ndwirthschafts-Gesellschaft, k. k. in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1873, Nr. 9. Wien; 8°.

iais, Emmanuel, Climats, Géologie, Faune et Géographie botanique du Brésil. Paris, 1872; gr. 8°.

ature. Nrs. 188—189, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

rochaska, A., die Firma Joh. Dav. **Starck**, und ihre Berg-Mineral-Werke und Fabriken. Pilsen, 1873; 8°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de l France et de l'étranger.“ II[e] Année, 2[e] Série, Nrs. 49—5(Paris, 1873; 4°.

Société géologique de France: Bulletin. 2[e] Série, Tome XXIX 1872. Nrs. 1—7; 3[e] Série, Tome I[er]. 1873. Nrs. 1—5 Paris; 8°.

Society, The Royal Dublin: Journal. Vol. VI, Nr. 2. Dublin 1872; 8°.

Verein für siebenbürgische Landeskunde: Archiv. N. F. X. Bd., 2. & 3. Heft. Hermannstadt, 1872; 8°. — Jahresbericht für das Vereinsjahr 1871/72. Hermannstadt; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang Nr. 24. Wien, 1873; 4°.

Beiträge zur Chemie der Knochen.

Von **Rich. Maly** und **Jul. Donath.**

Während die Zusammensetzung der Knochen so sehr oft Gegenstand der Untersuchung war und Tausende von analytischen Bestimmungen über den Oseïngehalt und die Aschenbestandtheile derselben vorliegen, weiss man über den Stoffwechsel im Knochen ungemein wenig. Es beschränkt sich dieses Wissen fast nur auf das experimentell constatirte vom Periost ausgehende Dickenwachsthum der Knochen und auf die von Ollier aufgefundene, unter der Beinhaut gelegene Zellenschichte, welche durch Ablagerung von Kalksalzen diese subperiostale Osteogenese besorgen soll. Chemischerseits fehlt gleichwohl völlig jeder Anhaltspunkt, auf den ein Abgelagertwerden der Knochensalze an der Peripherie oder eine Aufsaugung von der Markhöhle aus, kurz eine Bewegung — also ein Löslich- oder Unlöslichwerden — der starren Knochensubstanz bezogen werden könnte.

Es ist ferner sogar die für die Knochenchemie wichtige Frage, ob der phosphorsaure Kalk im Knochen mit dem leimgebenden Gewebe chemisch in bestimmten Proportionen verbunden ist, oder ob die Vereinigung des organischen Theiles mit dem anorganischen in anderer Weise aufzufassen ist, eine ungelöste.

Die Versuche, welche den folgenden Mittheilungen zu Grunde liegen, sind in dem Sinne angestellt worden, einen kleinen Beitrag zu diesen Fragen zu liefern.

Zunächst schien es wünschenswerth, die Körper näher kennen zu lernen, welche auf die Löslichmachung des drei-

basischen Calciumphosphats von Einfluss sein könnten. Es liegen hierüber schon manche vereinzelte Angaben vor.

Nach Dumas[1] löst sich phosphorsaurer Kalk in salmiakhältigem Wasser und namentlich auch in kohlensäurehältigem Wasser, wie schon Berzelius (bei der Untersuchung des Karlsbader Wassers) und Thénard gefunden haben. Liebig[2] bemerkt dazu, dass er auf beide Umstände schon drei Jahre früher aufmerksam gemacht hatte. Nach ihm löst sich der phosphorsaure Kalk auch in Kochsalz und schwefelsaurem Ammoniak. In Bezug auf Kochsalz gibt Lassaigne[3] an, dass 1 Liter Wasser, welcher $^1/_{12}$ seines Gewichtes Kochsalz enthält, 0·333 Grm. von basisch phosphorsaurem Kalk der Knochen löst, worauf er in physiologischer Hinsicht aufmerksam macht. Er ist der Meinung, dass das Meerwasser so viel phosphorsauren Kalk als die Conchylien etc. brauchen, in Lösung halten könne. Bobierre[4] hat sich durch Versuche überzeugt, dass der geglühte, wieder frisch gefällte phosphorsaure Kalk von einer Zuckerkalklösung aufgenommen werde. Nach Wöhler[5] tritt das Knochenmehl, welches als Düngmittel für die Landwirthschaft auf Knochenmühlen bereitet wird, an Wasser, womit es einige Zeit in Berührung bleibt, eine nachweisbare Menge von phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Bittererde ab; diese Löslichkeit ist nach Wöhler nicht von der Kohlensäure des Wassers bedingt, denn auch das durch längeres Kochen von Kohlensäure befreite Wasser löst davon ab. Als man durch dieselbe Menge Knochenmehl Monate lang Wasser durchfliessen liess, nahm die Löslichkeit nicht ab, sondern wie es schien in dem Masse zu, wie die organische Substanz der Knochen in Fäulniss überging. Durch diese Thatsache hat Wöhler gelehrt, dass ohne alle künstliche Zubereitung die Knochen an das Wasser des damit gedüngten Bodens die phosphorsauren Erdsalze abtreten und so die Pflanzen versorgen. Im Wesentlichen dasselbe bemerkt Hayes[6];

---

[1] Compt. rend. T. 23.
[2] Ann. d. Chem. Bd. 61.
[3] Journ. de Chimie méd. Sér. 3, T. 4.
[4] Compt. rend. T. 32, p. 859.
[5] Ann. d. Chem. Bd. 98, p. 143.
[6] Edinb. new philosoph. Journ. Vol. V.

er fand in Wasser, worin Knochen bei 27 Grad faulten, phosphorsauren Kalk.

Ausserdem wirken noch lösend auf basisch phosphorsauren Kalk nach Mende[1] Eiweiss und Leim, nach Wittstein salpeter- und bernsteinsaures Ammoniak.

Bei unseren Versuchen wurde zunächst damit begonnen, die Löslichkeit von reinem Kalkphosphat in Wasser festzustellen und sie mit der Löslichkeit der Mineralbestandtheile im Knochen zu vergleichen; ferner wurde versucht, in vergleichbaren Bestimmungen die auflösende Wirkung verschiedener organischer und anorganischer Substanzen auf Knochenmasse festzustellen.

Zu den Bestimmungen der ersten Art wurden drei Präparate benützt:

1. Kalkphosphat, gefällt aus Kalkwasser mit verdünnter Phosphorsäure mit der Vorsicht, dass die Reaction alkalisch blieb. Der Niederschlag wurde mit ausgekochtem Wasser gewaschen, war weiss, gelatinös und wurde nicht getrocknet, sondern unter Wasser aufbewahrt.

2. Kalkphosphat, durch Einwirkung von Chlorcalcium auf mit Ammon versetztes gewöhnliches phosphorsaures Natron erhalten. Der Niederschlag wurde mehreremal mit Wasser ausgekocht, getrocknet und geglüht.

3. Ein Stück vom Ochsenfemur, nur aus compacter Knochensubstanz bestehend, wurde durch Abreiben mit Bimsstein gereinigt, ausgewässert, dann grob gepulvert, mit Wasser, Alkohol, Aether und dann wieder mit Wasser gewaschen.

Zur vergleichenden Löslichkeitsbestimmung wurde je eine Partie des Präparates im Kolben unter Schütteln mit viel destillirtem Wasser entweder einige Tage oder auch einige Wochen stehen gelassen. In jedem Falle gingen merkliche, durch Molybdänsäure, oxalsaures Ammon und Silbersalz nachweisbare Mengen von Kalk und Phosphorsäure in Lösung. Die Silbertrübung verschwand auf Zusatz von Salpetersäure, rührte also nicht von Chlor her. Der fixe Rückstand dieser Lösungen wurde durch Abdampfen in Platintiegeln bestimmt.

---

[1] Compt. rend. T. 44, p. 1108.

I. Löslichkeit von gelatinösem Kalkphosphat.

a) 100 CC. Flüssigkeit gaben 0·0019 Grm. Rückstand.
b) 200 CC. „ „ 0·0037 „ „
c) 500 CC.[1] „ „ 0·0137 „ „
d) 500 CC.[2] „ „ 0·0150 „ „

II. Löslichkeit von geglühtem Kalkphosphat.

a) 100 CC. Flüssigkeit gaben 0·0016 Grm. Rückstand.
b) 100 CC. „ „ 0·0027 „ „
c) 200 CC. „ „ 0·0032 „ „
d) 500 CC. „ „ 0·0246 „ „
e) 500 CC. „ „ 0·0100 „ „

III. Löslichkeit von Knochenpulver.

a) 100 CC. Flüssigkeit gaben 0·0026 Grm. Glührückstand (Kalkphosphat).

b) 200 CC. Flüssigkeit gaben 0·0044 Grm. Glührückstand.
c) 500 CC. „ „ 0·0173 „ „

Bei den folgenden an demselben Knochenpulver hintereinander ausgeführten Bestimmungen wurde nebst dem Glüh- auch der Trockenrückstand (bei 110° C.) bestimmt und zum Digeriren sorgfältig ausgekochtes (gasfreies) Wasser benützt.

d) 100 CC. Filtrat nach 5tägigem Stehen gaben 0·00725 Grm. Trockenrückstand und 0·00325 Grm. Glührückstand.

e) 390 CC. Filtrat nach 5tägigem Stehen gaben 0·021 Grm. Trockenrückstand und 0·0125 Grm. Glührückstand.

f) 500 CC. nach 7½ Tagen gaben 0·0295 Grm. Trockenrückstand und 0·018 Grm. Glührückstand.

g) 500 CC. nach 5 Tagen gaben 0·022 Grm. Trockenrückstand und 0·014 Grm. Glührückstand.

Demnach lösen sich in 100000 Theilen Wasser:

1. Von gelatinösem Kalkphosph. 1·9; 1·85; 2·7; 3·0, daher im Mittel 2.36 Theile.

2. Von geglühtem Kalkphosph. 1·6; 2·7; 1·6; 4·9; 2·0, daher im Mittel 2·56 Theile.

3. Von Knochenpulver 2·6; 2·2; 3·4; 3.25; 3·2; 3·6; 2·8, daher im Mittel 3·00 Theile Phosphat.

---

[1] Mehrere Wochen digerirt.
[2] 5 Tage lang digerirt bei 19° C.

Dass die vorstehenden Zahlen unter einander einige Differenzen zeigen, erklärt sich wohl daraus, dass die Wägungen sich meistens auf Milligramme bezogen und dass die Temperaturänderungen nicht ausgeschlossen werden konnten; sie zeigen aber doch, worauf es uns eben ankam, dass der phosphorsaure Kalk im Knochen kein merklich verschiedenes Löslichkeitsverhalten gegen Wasser zeigt, im Vergleich mit dem reinen, mineralischen Kalkphosphat, dass also auf den mineralischen Theil des Knochens die Löslichkeitsverhältnisse des freien, unverbundenen Kalkphosphats Anwendung finden.

Indem wir zu salzhältigem Wasser übergingen, zeigte es sich bald, dass die Löslichkeit des Calciumphosphats im Knochen sich wesentlich erhöhen kann; so gaben z. B. 100000 Theile 1%-iger Salmiaklösung, worin Knochenpulver durch einige Tage digerirt wurde, 16·8 Theile Glührückstand.

Um nun für die Knochensubstanz die lösende Wirkung verschiedener Körper vergleichend festzustellen, versuchte man dies zuerst mit dem oben erwähnten gereinigten Knochenpulver. Aber obwohl dieses nur gröblich war, so zeigte es eine so grosse Hygroscopicität, dass man nicht im Stande war, es einigermassen genau zu wägen. Lufttrocken konnte man es nicht anwenden, denn Versuche zeigten, dass verschiedene Feuchtigkeitsgrade der Luft sich trefflich im Knochenpulver markirten und das Trocknen bei 100° C. oder höher wollte kein Ende nehmen.

Um doch diese Versuche auszuführen, wurden annähernd gleiche Stücke aus schön weisser, compacter Substanz, dem Mittelstück vom Ochsenfemur, gesägt und glatt polirt. Diese wurden nun durch 8 Tage lufttrocken täglich gewogen und daraus ihr mittleres Gewicht genommen, dann wurden sie in die betreffenden Lösungen gelegt, einige Tage darin gelassen, abgespült, getrocknet und wie vorher lufttrocken täglich gewogen; sowie die Wägungen nunmehr wenig differirten, wurde aus denen der letzten Tage wieder das Mittel genommen. Es zeigte sich in allen Fällen eine Gewichtsabnahme, die in verschiedenen Lösungen verschieden war und bei zwei Versuchsreihen, von denen die eine im Sommer, die andere im Winter gemacht wurde, genügend übereinstimmten. Die Lösungen, in welche die Knochenschliffe gelegt wurden, waren 2%-ig.

Name der Lösung	Knochenschliffe vor der Behandlung. Lufttrocken im Mittel		Knochenschliffe nach der Behandlung. Lufttrocken im Mittel	
	a	*b*	*a'*	*b'*
	in Grammen		in Grammen	
Gew. Natronphosphat	2·1470	2·0134	2·1416	2·0120
Rohrzucker	2·2790	2·4518	2·2583	2·4452
Salmiak	3·2940	2·8118	3·2629	2·8020
Kochsalz	4·3175	3·7352	4·2910	3·7290
Glycerin	2·8655	1·9432	2·8484	1·9390
Milchzucker	2·2585	2·0437	2·2367	2·0405
Traubenzucker	2·4660	1·5796	2·4438	1·5740
Leim	2·9840	2·2630	2·9596	2·2575
Galle	4·1250	—	4·0960	—
Doppelkohlensaures Natron . .	—	2·7340	—	2·7320
CO_2 hältiges Wasser	2·2332	—	2·1925	—
Milchsaures Natron	1·7110	—	1·6956	—
Wasser	2·7620	—	2·7360	—

Zur besseren Uebersicht könnte man diese Verluste in Procenten rechnen; da aber die Knochenschliffe ungleich schwer waren, so würde diese Berechnung unrichtige Resultate geben, zumal der Verlust an Substanz in der Lösung mehr von der Grösse der Oberfläche als vom Gewicht des Knochenstückes abhängt. Nun waren aber die Knochenschliffe von einem in der Richtung der Axe des Röhrenknochens geschnittenen Stück durch darauf senkrechte und parallele Sägeschnitte erhalten, so dass die Lamellen, wenn auch ungleich dick ausgefallen, doch eine nahezu gleiche Oberfläche hatten. Deshalb werden die direct beobachteten Gewichtsverluste eine viel annähernder richtige Scale der knochenlösenden Wirkung der Flüssigkeiten darstellen.

In der folgenden Tabelle sind diese Verluste für Reihe *a* und *b* so gestellt, dass den grösseren die kleineren folgen.

Name der Lösung	*a—a'*	Name der Lösung	*b—b'*
CO_2hältiges Wasser . .	0·0407	Salmiak	0·0098
Salmiak	0·0311	Rohrzucker	0·0066
Galle	0·0290	Kochsalz	0·0062
Kochsalz	0·0265	Traubenzucker	0·0056
Wasser	0·0260	Leim	0·0055
Leim	0·0244	Glycerin	0·0042
Traubenzucker	0·0222	Milchzucker	0·0032
Milchzucker	0·0218	Doppelt-kohlens. Natron	0·0020
Rohrzucker	0·0207	Natronphosphat	0·0014
Glycerin	0·0171		
Milchzaures Natron . . .	0·0154		
Natronphosphat	0·0054		

Wenn man diese Reihen übersieht, so fällt zuerst der absolut grössere Verlust der Knochenstücke der Reihe *a* auf, was nur darauf zu beziehen ist, dass diese im Sommer bei höherer Temperatur beobachtet wurde, während die Reihe *b* in den Winter fiel. Dessungeachtet ist in beiden Reihen beiläufig dasselbe Löslichkeitsverhältniss zu bemerken. Zuerst kommt CO_2hältiges Wasser, dann Salmiaklösung und reines Wasser[1], dann Galle, Kochsalz, Leim und die Zuckerarten; am wenigsten knochenlösend wirken doppeltkohlensaures Natron, milch- und phosphorsaures Natron, welche letzteren also das Lösungsvermögen des reinen Wassers bedeutend vermindern.

---

[1] Dass Wasser gleich stark an der Knochensubstanz leckt, als das kalkphosphatlösende Kochsalz, muss darauf zurückgeführt werden, dass die Salze durch Hinderung der Quellung des Leims die mineralische Knochengrundlage wenig zugänglich machen.

Die Kohlensäure löst so reichlich wie fast eine verdünnte Mineralsäure den phosphorsauren Kalk. Leitet man Kohlensäure in Wasser, worin gelatinöses Kalkphosphat suspendirt ist, und filtrirt, so scheidet das Filtrat beim Erhitzen einen reichen Niederschlag ab. 300 CC. eines solchen nach einstündigem Gaseinleiten gaben in der Platinschale abgedampft 0·1153 Grm. Rückstand, der mit Säuren nicht brauste und analysirt die Zahlen für basisch phosphorsauren Kalk gab. Es ist also die Einwirkung der Kohlensäure so, dass erst saurer kohlensaurer und saurer phosphorsaurer Kalk entstehen, während beim Eindampfen letzteres Salz das erstere wieder zerlegt unter Austreibung aller Kohlensäure.

Auf einer Doppelzersetzung beruht wohl auch die lösende Wirkung des Salmiaks.

Uebertragen wir die Erfahrungen bezüglich der knochenlösenden Substanzen auf den Organismus, so müssen wir annehmen, dass die im Serum und in den Gewebsflüssigkeiten enthaltenen Salze die Löslichkeit und damit den Umsatz der Knochensubstanz nicht zu erhöhen vermögen gegenüber der lösenden Wirkung, welche reines Wasser auf Kalkphosphat ausübt.

Letztere Wirkung im Organismus ist auch schon bekannt und durch viele Versuche erhärtet, wenngleich diese zum Theile in anderer Weise gedeutet wurden. Nach Breed schied ein Mensch, der viel Wasser trank, in 24 Stunden 4·228 Grm. Phosphorsäure aus; einer der wenig trank, 4·015 Grm. Genth fand an sich bei einer bestimmten Kost in 24 Stunden 3·729 Grm. Phosphorsäure und bei Aufnahme von 4000 CC. Wasser mehr Phosphorsäure, nämlich: 3·904 Grm. Auch Vogel[1] gibt dasselbe zu; er sagt: „Durch reichliches Wassertrinken wird in der Regel die Phosphorsäureausscheidung, gleichzeitig mit der Harnstoff- und Chlorausscheidung gesteigert, und zwar vielmehr als die durch das Wasser eingeführten phosphorsauren Salze betragen, also entweder durch Steigerung des allgemeinen Stoffwechsels oder durch eine Erhöhung der excretorischen Nierenthätigkeit oder durch beides zusammen". Die Thatsache, dass reichliches Getränk die Phosphate im Harn vermehrt, steht hiermit fest. Zu ihrer Erklärung scheint uns jedoch die einfach lösende Wirkung des Wassers auf die von demselben durchspülten

---

[1] Analyse des Harns von Neubauer und Vogel. 6. Aufl.

Knochen vollständig ausreichend, jedenfalls auch präciser und naheliegender als die Annahme eines erhöhten Stoffwechsels.

Mit einigen Substanzen, so den Zuckerarten und dann mit Salmiak, welche als kalkphosphatlösend schon lange gelten, haben wir einige kleine Versuchsreihen am lebenden Organismus ausgeführt zu einer Zeit, wo wir noch nicht constatirt hatten, dass reines Wasser diesen Lösungen an knochenlösender Kraft nicht nachsteht.

Salmiak wurde einem Hunde gegeben, nachdem die Phosphorsäuremenge in dessen Harn bei derselben Kost festgestellt worden war, es konnte jedoch nach den Salmiakgaben keine einigermassen bemerkenswerthe Phosphorsäurezunahme constatirt werden.

Die Versuche mit den Zuckern wurden am Menschen bei möglichst gleichförmiger und vorwiegender Eiweisskost angestellt und sind kurz folgende.

A schied aus:			*B* schied aus:		
Versuchstag	$P_2\Theta_5$	Bemerkung	Versuchstag	$P_2\Theta_5$	Bemerkung
1.	2·80 Grm.	Gewöhnliche Kost.	1.	2·60 Grm.	Gewöhnliche Kost.
2.	2·85 „	„ „	2.	2·70 „	„ „
3.	2·80 „	„ „	3.	2·79 „	„ „
4.	2·82 „	„ „	4.	2·88 „	„ „
5.	2·86 „	„ „	5.	3·67 „	Gew. K. + 7 Grm. Traubenzucker.
6.	2·76 „	„ „	6.	2·66 „	Gew. K.
7.	3·10 „	„ „	7.	2·47 „	„ „
8.	2·78 „	Gew. K. + 70 Gr. Rohrzucker.	8.	2·82 „	„ „ + 50 Grm. Milchzucker.
9.	3·88 „	Gew. K.	9.	2·59 „	Gew. K. + 50 Grm. Milchzucker.
10	2·82 „	„ „	10.	2·72 „	Gew. K.
11.	2·86 „	„ „	11.	3·06 „ [1]	„ „ + 50 Grm. Traubenzucker.
12.	2·60 „	„ „ + 40 Gr. Traubenzucker.			

[1] Gefunden 3.158, aber im Traubenzucker 0.095 $P_2\Theta_5$.

Bei der Reihe *A* ist nach zweimaligem Zuckergenuss keine Phosphorsäuresteigerung nachweisbar, eher eine Verringerung, und es wird nicht unzulässig sein, dafür eine Erklärung zu suchen in dem Schutz von anderem Körpermaterial durch den genossenen Zucker. Bei der Reihe *B* fällt einmal (die Phosphorsäuresteigerung nach dem Genuss von 7 Grm. Traubenzucker kann wohl als Zufall gelten) am letzten Tage Phosphorsäuresteigerung mit Zuckergenuss zusammen, an zwei anderen Tagen aber nicht, so dass wir hierauf keinen Werth legen können und die Zuckerarten daher gegen unsere ursprüngliche Erwartung entweder keinen oder einen eher verringernden Einfluss auf die Phosphorsäureausfuhr ausüben.

Endlich wurde noch in Hinblick auf die knochenlösende Kraft der Kohlensäure ein Versuch mit Sodawasser gemacht. Die Kost wurde bei diesem Versuch aus genau gewogenen Mengen im Laboratorium bereitet[1].

Die Phosphorsäure im Harn betrug

Datum	P_2O_5	davon an alk. Erden gebunden	Bemerkung
13.—14. Jänner	1·568 Grm.	—	Kein Sodawasser.
14.—15. „	1·368 „	—	
15.—16. „	1·334 „	0·408	
16·—17. „	1·451 „	0·406	
17.—18. „	1·428 „	0·339	
18.—19. „	1·260 „	0·336	
19.—20. „	1·307 „	0·353	3 Syphons Sodawasser.
20.—21. „	1·354 „	—	2 „ „

[1] Die Kost bestand aus täglich gleichen Mengen von Thee, Milchkaffee, Käse, Fleisch (205 Grm.), Reis (130 Grm.), Fett (37 Grm.), Kochsalz (8 Grm., anfangs etwas mehr), Zucker, Pfeffer und Zimmt.

Dieser Versuch zeigt, dass auch eine Vermehrung der Kohlensäure im Blut, soweit sie sich durch den Kohlensäuregenuss bewirken lässt, keine erhebliche Abnutzung, die über den physiologischen Knochenverbrauch hinausgeht, bewirkt, und wir haben deshalb in dieser Richtung keine weiteren Versuche gemacht. Jedenfalls sind eventuelle künstlich hervorgebrachte Erhöhungen oder Retardationen im Stoffwechsel der starren Knochensubstanz nicht bedeutend genug, als dass sie in einer geänderten Zusammensetzung der Secrete sich deutlich erkennbar machen würden.

Der zweite, resultatreichere Theil unserer Versuche hat sich die Beantwortung der Frage zur Aufgabe gestellt, ob der Knochen in seinen beiden Hauptbestandtheilen, dem organischen und unorganischen, eine chemische Verbindung ist oder nicht. Die vielfachen Anläufe, die hiezu schon gemacht worden sind, und die widerstrebenden Meinungen sind Zeugen genug, welche Schwierigkeiten in der Deutung dieser scheinbar einfachen Verhältnisse liegen.

Man hat bisher eine Reihe von Gründen und Erfahrungen für und gegen eine chemische Verbindung der Knochensalze mit dem Knochenknorpel (Osseïn) geltend gemacht, aber wie ungeklärt Einiges davon war, geht z. B. daraus hervor, dass eine und dieselbe Thatsache von verschiedenen Seiten einmal für die erste, das andere Mal für die zweite Anschauung herbeigezogen wurde.

Dies ist der Fall bezüglich der innigen Durchdringung der beiden Bestandtheile, zufolge welcher nach Herauslösung des einen Knochenbestandtheiles der andere zusammenhängend zurückbleibt: nach Behandlung mit Säuren resultirt bekanntlich der Knochenknorpel mit genau den Formen des ursprünglichen Knochens, und nach der Calcination oder Behandlung mit Kali bleibt der organische Theil als Knochenpseudomorphose. So spricht sich Schlossberger[1] dahin aus,: „Die Erfahrung, dass man mit Säuren die Knochenerde etc. herausnehmen kann, ohne

---

[1] Allgem. vergleichende Thierchemie, I. Bd. p. 63.

in beiden Fällen des Knochens grobe und feine Structur wesentlich zu verändern, beweist überzeugend eine gewisse Unabhängigkeit der beiderseitigen Moleküle von einander, und spricht am meisten für eine mechanische aber soweit als möglich gehende innige Juxtaposition und durchaus gegen eine chemische Verbindung". Derselben Meinung ist auch Gorup-Besanez[1]. Hingegen wird von einem der neuesten Forscher über Knochen dies ganz im entgegengesetzten Sinne verwerthet, denn Zalesky[2] gibt in seiner Arbeit über die Zusammensetzung der Knochen folgende Meinung ab: „Wenn es nun aber den genannten Autoren (Edwards etc.) nicht geglückt ist, die chemische Verbindung zwischen den organischen und anorganischen Elementen des Knochens zu beweisen, so sind doch einige Umstände zu nennen, die für ein solches gegenseitiges Verhalten der Knochenelemente sprechen". Zalesky erwähnt dann der Formerhaltung der Knochen nach Behandlung mit Säuren oder Alkalien und sagt weiter: „Bei einer gröberen mechanischen Verbindung würde die Entfernung eines der Knochenbestandtheile die Vernichtung der Structur zur Folge haben und müssten leere Räume in dem Knochenreste sich finden. Für eine chemische Verbindung zwischen den anorganischen und organischen Knochenbestandtheilen spricht aber der Ossificationsprocess in den Knochen etc."

Übergehen wir nun diesen Punkt, welcher einander widerstrebende Deutungen erfahren hat, so bleibt noch eine Reihe von Momenten über, welche man für eine chemische Verbindung des Knochens anzuführen pflegt oder dafür anführen könnte, und in Folgendem einzeln näher besprochen werden sollen.

I.

Vor allem ist es die Unverwesbarkeit des Knochens, die als ein Moment für die chemische Verbindung des Knochens angeführt wird, denn man sagt, der Leim sowie das leimgebende Gewebe sind Repräsentanten fäulnissfähiger Körper, während anderseits der Widerstand, den die Knochen den Atmosphärilien entgegensetzen, so gross ist, dass sie sich wie mineralische

[1] Lehrb. d. phys. Chem. p. 573.

[2] Hoppe-Seyler's med. chem. Untersuchungen p. 33.

Körper verhalten. Knochen von ägyptischen Mumien, sowie sogar echt fossile Knochen verhalten sich noch wie frische und geben, wie man weiss, beim Kochen Leim. Schlossberger, nicht günstig einer chemischen Verbindung, stellte die Vermuthung auf, dass der enorme Gehalt an schwer löslichen Mineralbestandtheilen sie in so hohem Grade vor Fäulniss und Verwesung schütze. Wir können Einiges anführen, was diese Annahme bestätiget. Eine Reihe von Niederschlägen aus Leim und phosphorsaurem Kalk, welche wir nach Frerichs dargestellt haben und von denen später die Rede sein wird, wurden, mit etwas Wasser übergossen, unter fäulnissgünstige Bedingungen gebracht. Diese Niederschläge, von welchen im vorhinein hier schon bemerkt werden muss, dass sie keine chemischen Verbindungen sind, faulten nicht und zeigten selbst nach Wochen und Monaten, nachdem daneben gestellte, mit Wasser übergossene Leimstücke längst in stickende Fäulniss übergegangen waren, höchstens einen etwas dumpfigen Geruch ohne eine eigentliche Fäulnisserscheinung. Dazu kommt aber noch, dass der Knochenknorpel selbst ein weit weniger fäulnissfähiger Körper als der Leim ist, und es wird später ein Versuch, in anderem Sinne angestellt, erwähnt werden, bei dem ein Stück aschenfreien Knochenknorpels durch Monate in Wasser lag, worin nur ein wenig Caliumphosphat suspendirt war, ohne dass man ausser der Bildung einiger grüner Algen irgend eine Spur von Fäulniss beobachten konnte. Es ist demnach die Fäulnissunfähigkeit nicht einer chemischen Verbindung mit dem Phosphat zuzuschreiben, da die erwähnten Gemenge auch nicht faulten.

Ueberdies kann als fäulnissunfähig nur der ganze massige Knochen betrachtet werden; für gepulverten oder sonst feiner zertheilten Knochen lässt sich dies gar nicht behaupten, denn solcher Knochen zeigt, wie wir es in einem Versuch gefunden haben, unter den günstigsten Bedingungen, d. i. bei Blutwärme, immerhin schwache Fäulnisserscheinung, wenigstens in dem Masse, als hier Leim gebildet wird.

Endlich hat neuestens Aeby[1] in Bern eine neue Vorstellung zur Erklärung dieser merkwürdigen Unverwesbarkeit in glück-

---

[1] Centrbl. f. d. med. Wiss. 1871. — Jahresber. f. Thierchemie I, 251.

licher Weise eingeführt, eine Vorstellung, die namentlich insofern unsern Beobachtungen zu Hilfe kommt, als die kurze Dauer eines Fäulnissversuches verschwindend ist gegen die geologischen Zeiten, denen ein Knochen Stand hält. Aeby sagt, die Knochen sind ein relativ trockenes Gewebe mit nur etwa 12% Wasser im frischen Zustande. Dieses Wasser, an die organische Grundlage des Knochens gebunden, ist ungenügend als Fäulnissvermittler einzutreten; die Knochenunveränderlichkeit sei also durch seine Trockenheit gegeben, und dies selbst unter Wasser: in Folge der physikalischen Verhältnisse des Knochens. Jede Wasseraufnahme geht mit Quellung einher, welche aber hier der mechanische Widerstand der anorganischen Knochenmasse hindert, und so ist durch die Verhinderung der Wasseraufnahme die Grundlage organischer Zersetzung ausgeschlossen.

Diese Auffassung Aeby's mag plausibel genug erscheinen; sie führt die Unverwesbarkeit auf mechanische Ursachen zurück. Die starre Phospatumhüllung schützt das ohnedies weniger fäulnissfähige Osseïnmolekül vor den äusseren Einflüssen wie die Blechbüchse das Fleisch bei der Appert'schen Conservirungsmethode; dazu kommt noch die fäulnissungünstige Wirkung, welche die innige Einlagerung von 60—70% schwer löslicher Mineralsalze thatsächlich hervorbringen, sogar dann, wenn, wie bei unseren Fäulnissversuchen, die Quellung nicht verhindert ist.

II.

Die analytischen Resultate über die Knochen könnte man neuerdings seit Zalesky ebenfalls versucht sein, für die Annahme von chemisch gebundenem Kalkphosphat im Knochen anzuführen. Bei den zahlreichen älteren Analysen zeigten sich sehr mannigfache Proportionen zwischen organischer und anorganischer Substanz, je nach dem Thier, den physiologischen Verhältnissen etc. Zalesky [1] suchte dann in seiner Knochenarbeit zu zeigen, dass bei sorgfältig gereinigtem Material und bei Anwendung genauer Methoden das Verhältniss der anorganischen zu den organischen Bestandtheilen der Knochen ein nahezu constantes ist, so dass man die geringen gefundenen Verschieden-

---

[1] l. c.

heiten auf einen verschiedenen Gehalt der Knochen an Sehnenfasern, Gefässchen und Knochenkörperchen, die nicht entfernt werden konnten, schieben darf.

In der That sind die Zalesky'schen Resultate, soweit sie sich auf eine Thierspecies beziehen, so weit übereinstimmend, als man es bei derartigem Materiale erwarten kann. Es betrug z. B. die organische Substanz im Ochsenknochen nach sechs Bestimmungen zwischen 31·3 und 32·99%. Die Zahlen des Osseïns im Menschenknochen stimmen unter einander noch besser, sind jedoch im Mittel um 2·5% höher[1].

Sieht man aber selbst von solchen nicht unbeträchtlichen Differenzen ab, und übergehen wir die bedeutenden Differenzen der älteren Autoren, so lässt sich nach unserer Meinung aus einer gleichen Zusammensetzung des Knochengewebes nicht auf ein Vorhandensein einer chemischen Verbindung schliessen, da ein wichtiges Moment, auf Grund dessen analytische Resultate zu solcher Folgerung benützt werden dürfen, hier fehlt, und das ist die äussere Eigenschaft eines chemischen Individuums. Bei einem krystallisirten Körper wird die Constanz seiner Zusammensetzung einen kaum irregehenden Schluss zulassen auf die Einheit seiner chemischen Constitution; bei einem Gewebe, wie dem Knochen, wird man einen solchen Schluss zu ziehen noch nicht berechtigt sein. Denn wir müssen ja annehmen, dass die chemische Zusammensetzung gleicher Theile von Individuen der gleichen Species eine und dieselbe ist. Das Bestreben, eine richtige Stickstoffzahl im Muskel für die Untersuchungen der Stickstoffbilanz im Thierkörper zu finden, zeigt, dass diese Ansicht eine allgemeine ist, und doch wird sich deshalb Niemand das Muskelgewebe als einen einheitlichen chemischen Körper denken.

III.

An den vorstehenden Punkt schliesst sich eine Reihe wichtiger physiologisch-chemischer Experimente, jene bezüglich des

---

[1] Noch viel höher fand Zalesky die organische Substanz in den Knochen der Tauben, was aber hier unberücksichtigt bleiben kann, da Z. selbst sagt, dass bei diesen eine genügende Reinigung von sehnigen und dgl. Theilen nicht gelang.

Verhaltens der Knochenzusammensetzung bei einseitiger Nahrung, wie Kalk- und Phosphorsäurehunger, respective Ueberschuss. Diese Experimente, zumeist allerdings in anderer Absicht unternommen und durch Zalesky[1] an Tauben und besonders durch Weiske[2] an Ziegen zu interessantem Abschluss geführt, haben das gegenüber den nicht vertrauenswürdigen Angaben von Chossat[3] und Papillon sichere Resultat geliefert, dass unter den bezeichneten Umständen die Zusammensetzung der Knochen sich möglichst gleich erhält, dass also weder Entziehung von Phosphorsäure oder von Kalk, oder Steigerung derselben, Thiere liefert mit von normal ernährten Thieren abweichend zusammengesetzten Knochen.

Auf den ersten Blick liessen sich derlei Resultate, an denen nun nicht mehr gezweifelt werden kann, vielleicht im Sinne einer chemischen Bindung des Knochenmaterials deuten, allein wir glauben, dass sie für diese Frage nicht mehr Gewicht haben als die sub II besprochenen Verhältnisse; sie sagen vielmehr nur nach einer ganz anderen Richtung etwas aus, nämlich in Bezug auf den Punkt, dass innerhalb einer gewissen Breite des physiologischen Zustandes der Organismus die Fähigkeit hat, die Constanz seiner Zusammensetzung aufrecht zu erhalten. Man erinnert sich dabei leicht als naheliegend der Eigenschaft des Blutes trotz aller Zufuhr freier Säuren (F. Hofmann[4], Gäthgens[5]) seine alkalische Reaction zu bewahren, seiner Eigenschaft, fremdartige Körper aus sich auszuscheiden und andererseits das ihm Eigenthümliche, z. B. Kochsalz, zurückzuhalten auch dann, wenn die Einfuhr unter die Norm sinkt.

So ist selbst der procentische Hämoglobingehalt des Blutes beim Hunde nach den von Vict. Subbotin[6] im Voit'schen Laboratorium angestellten Untersuchungen am 38. Hungertage nicht kleiner als am ersten Hungertag. Noch manche andere Er-

---

[1] l. c.

[2] Zeitschr. f. Biologie VII, 179 und VII 333. — Jahresb. f. Thierchemie I, 255.

[3] Compt. rend. 1842.

[4] Zeitschr. f. Biologie VII, 338.

[5] Centrbl. f. d. med. Wiss. 1872.

[6] Zeitschr. f. Biologie VII, 185.

fahrungen liessen sich ausser den genannten dafür anführen, welch erstaunliche Beharrlichkeit der Organismus entwickelt in der Fähigkeit, seine chemische Zusammensetzung constant zu erhalten, und was vom Blute gilt, gilt nach den eben citirten Untersuchungen auch vom Knochen, bei welchem letzteren in Folge seines minder raschen Stoffwandels es uns nicht einmal in diesem Maasse zu überraschen braucht.

Diese Ueberlegung reicht hin zu zeigen, dass ein bekräftigender Grund für die einheitliche chemische Natur des Knochens aus den Ernährungsversuchen nicht gezogen werden kann. Würde dies aber dennoch jemand wollen, so zeigen Knochenanalysen von Individuen jenseits physiologischer Zustände, dass die Knochen in ihrer qualitativen Zusammensetzung sehr wohl veränderlich sind und gerade das Verhältniss zwischen organischer und anorganischer Substanz sich mannigfach ändern kann, zumeist in der Art, dass die Knochensalze vermindert, die organische Grundlage erhöht erscheint. Beispiele dafür geben die zahlreichen Analysen der pathologischen Knochen.

IV.

In manchen Lehrbüchern und Abhandlungen über Knochen findet sich die Angabe, dass im ossificirenden Knochen das Knochenstück um das punctum ossificationis herum schon gleich von vornherein dieselbe Zusammensetzung zeige wie der fertige Knochen. Diese mehrfach ohne Gewährsmann citirte Angabe rührt von Frémy[1] her, und man könnte ihr eine gewisse Wichtigkeit in unserer Frage nicht absprechen, wie das auch theilweise geschehen ist. Merkwürdiger Weise aber stellt gerade Frémy in derselben Abhandlung, wo er diese Angabe macht, die These auf: Das Osseïn ist, wie es scheint, in den Knochen frei vorhanden, es ist nicht mit dem phosphorsauren Kalk chemisch gebunden! Die analytischen Grundlagen über die ersten ossificirenden Knochenlammellen dürften daher nicht sehr umfangreich gewesen sein, da Frémy selbst so wenig Werth darauf legt. Auch die schon öfter gemachte, zwar widerrufene,

[1] Compt. rend. T. XXXIX.

neuestens aber von Eugen Wildt[1] durch zahlreiche analytische Resultate bekräftigte Behauptung, dass im wachsenden Thiere (Kaninchen) der Osseïngehalt proportional mit dem zunehmenden Alter fällt und erst im ausgewachsenen Zustand eine bis auf individuelle Verschiedenheiten constante Grösse erreicht, ist nicht günstig der Annahme, dass schon die erste Ossification ebenso mineralreich ist als der ausgewachsene Knochen.

V.

Endlich sind im Gegensatz zu diesen zumeist analytischen noch synthetische Resultate anzuführen, welche vor allen anderen benützt wurden und auch geeignet erscheinen konnten, der Erörterung über die Art der Bindung zu Hilfe zu kommen. Man verdankt die Idee zu diesen Versuchen Frerichs[2], der sie zuerst angestellt hat. Sie gingen darauf hinaus, in einer salzsauren, phosphorsauren Kalk enthaltenden Glutinlösung mit Ammoniak einen Niederschlag zu erzeugen, wobei nicht phosphorsaurer Kalk allein ausfiel, sondern ein Körper, der auch gut ausgewaschen, neben dem Phosphat noch viel Leim enthielt. Bei einem ersten Versuch mit Tischlerleim resultirte eine Verbindung, die getrocknet 18·6% Leim enthielt. Bei ähnlichen andern Versuchen und bei Anwendung von aus Knochenknorpel bereitetem Leim, dessen Lösung im Ueberschuss mit der salzsauren Lösung der Knochenerde vermischt und mit Ammoniak gefällt wurde, enthielt der Niederschlag 24·4—28·2% Leim. Ein Jahr später hat Bibra und dann auch Milne Edwards solche Verbindungen gemacht; nur fanden beide den Leimgehalt durchschnittlich etwas kleiner als Frerichs.

Der Zweck dieser Versuche war, den Knochen als chemische Verbindung ansprechen zu können. Der von einer Seite gemachte Einwurf, dass die genannten Versuche nichts taugen, weil die Bedingungen der Knochenentwicklung im Organismus wesentlich verschieden von dem Verfahren zur Erzeugung dieser Niederschläge sind, ist nicht stichhältig, weil, ganz abgesehen davon,

---

[1] Landwirthschaftliche Versuchsstationen. Bd. XV, p. 404. Auch Inauguraldiss. Leipzig 1872.

[2] Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 43.

dass man von der Knochenbildung im Organismus nichts weiss, ein und derselbe Körper auf verschiedene Weise dargestellt werden kann.

Was hingegen mehr gegen diese Versuche sprechen würde, wäre, dass dabei von einem Material ausgegangen wird, das im Knochen bestimmt nicht enthalten ist. Andererseits aber ist das leimgebende Gewebe dem Leim so nahe stehend, als es irgend welche Substanzen sein können, etwa wie Stärke und Dextrin, denn man weiss, dass leimgebendes Gewebe nach seiner durch Kochen erfolgten Umwandlung ein gleiches Gewicht Leim gibt. Beide sind auch procentisch vollkommen gleich zusammengesetzt, also isomer. Chevreuil, Frémy sowie Scherer und neuestens De Bary stimmen in dieser Beziehung überein. Es bleibt deshalb diesen von Frerichs angebahnten Versuchen immer noch ein gewisses Gewicht in der Beurtheilung der einheitlichen oder Gemengsnatur des Knochens.

Wir haben deshalb längere Zeit unter verschieden abgeänderten Bedingungen uns damit beschäftigt, ähnliche Verbindungen mit Beziehung auf die discutirte Frage zu untersuchen. Ihre Beschreibung und die Resultate, zu denen sie geführt haben, folgen weiter unten.

Vorher sollen noch einige andere Experimente angeführt werden, welche ebenfalls hierher gehören und bei welchen wir uns bestrebten, nicht mit fertig gekochtem Leim, sondern mit Hilfe des leimgebenden Gewebes der Knochen, dem Osseïn selbst, synthetisch zu einer knochenartigen Verbindung zu gelangen. Das Material dazu, der Knochenknorpel, ist leicht aschefrei zu erhalten. Von röhrigen Ochsenknochen wurden prismatische Stücke gesägt und in oft erneute, verdünnte Salzsäure gelegt, bis die Säure keinen Kalk mehr anzeigte, und dann mit Wasser ausgelaugt. Die so völlig aschefrei erhaltenen Knochenkorpel (welche noch vollkommen die äussere Gestalt der Knochenstücke und bekanntlich auch deren mikroskopische Structur erkennen lassen) müssen nach dem gegenwärtigen Dafürhalten die vollkommen unveränderte organische Knochengrundlage darstellen. Es war deshalb zu vermuthen, dass solcher Knochenknorpel

noch leichter und im höhern Grade seine chemische Affinität zum Kalkphosphat geltend macht als Leim, wenn ihm dasselbe in passender gelöster Form dargeboten wird.

Da wir früher gesehen haben, dass basisch phosphorsaurer Kalk in Wasser ein wenig löslich ist und die Löslichkeit noch grösser wird, wenn man von der Luft nicht abgeschlossenes, also ein wenig kohlensäurehältiges Wasser nimmt, so wurde ein Versuch derart angestellt, dass Stücke von aschefreiem Knochenknorpel in Wasser gelegt wurden, worin gelatinöses Kalkphosphat aufgeschwemmt war. Ein anderes Stück desselben Knochenknorpels wurde gleichfalls in suspendirtes Kalkphosphat versenkt, aber zugleich noch etwas Salmiak hinzugesetzt. Man wird wohl darin keinen Widerspruch im Versuch finden, dass, während wir einerseits gefunden haben, dass Salmiak etwas Knochenmasse löst, hier nun umgekehrt der Salmiak benutzt werden sollte, um unter dem Einfluss einer eventuellen Verwandtschaft des Knochenknorpels zum Kalkphosphat eine Bindung zu veranlassen. Denn die Verhältnisse sind dabei durch die Mengen der angewandten Bestandtheile nicht dieselben; im letzteren Falle ist der dargebotene phosphorsaure Kalk im Überschuss, der Knorpel kann davon aus der Lösung aufnehmen und letztere sich wieder sättigen.

Versuch. Von drei aus demselben Osseïn geschnittenen Stücken wurde das eine *(a)* zur Controle auf seinen Aschengehalt untersucht, das zweite *(b)* zu in Wasser vertheiltem, das dritte *(c)* zu in verdünnter Salmiaklösung vertheiltem Calciumphosphat gesetzt. Beide blieben bei Zimmertemperatur 3 Monate stehen, während mitunter aufgerüttelt wurde. Nach dieser Zeit waren diese Osseïnstücke noch weich und elastisch wie vorher, sichtlich ohne bedeutenden Mineralgehalt, nur von etwas Schleim und grünen Algen überzogen. Es wog:

Knorpelstück *a* bei 114° C. getrocknet 0·4361 Grm. und enthielt anorganisches 0·0007 Grm. = 0·16%;

Knorpelstück *b* bei 114° C. getrocknet 0·4962 Grm. und enthielt anorganisches 0·0011 Grm. = 0·22%.

Auch das Knorpelstück *c* enthielt nur eine Spur von feuerbeständigen Salzen, und man sieht also, dass unter im ganzen als günstig zu bezeichnenden Bedingungen der unversehrte

Knochenknorpel keine irgend nennbare chemische Verwandtschaft zum Kalkphosphat ausübt.

Um in einem andern Versuche den Knochenknorpel mit in statu nascendi befindlichem Kalkphosphat in Wechselwirkung zu bringen, wurden aschefreie Knorpelstücke abwechselnd in verdünnte Lösungen von Chlorcalcium und von basischem Natronphosphat gelegt und mit diesem Wechsel täglich durch mehrere Wochen fortgefahren. Das Resultat war, dass diese Knorpelstücke an ihrer Oberfläche und namentlich an den Kanten verkalkt und rauh geworden waren, ohne dass aber die incrustirende Substanz ins Innere der nur einige Linien dicken Stücke eingedrungen war, welche weich und biegsam blieben. Mikroskopisch ergaben sich Kalkkrümeln ohne Amalgamirung mit der Osseïnmasse.

Es wurde endlich noch der Versuch gemacht, eine Lösung von Kalkphosphat durch Druck in den aschefreien Knochenknorpel hineinzupressen, und zwar war es wünschenswerth, eine Lösung zu diesem Zweck ausfindig zu machen, die erst dann, sobald sie in den Knorpel eingedrungen war, Calciumphosphat entstehen liess. Diese Bedingungen erfüllt eine Lösung des phosphorsauren Kalks in kohlensäurehältigem Wasser. Presst man eine solche mittelst Luftdruck durch eine Scheibe von Knochenknorpel, der an seiner untern Seite mit einem luftverdünnten Raum in Verbindung steht, so muss, während der Druck die Flüssigkeit in den Knorpel presst, durch die Luftverdünnung zugleich Kohlensäure entweichen, Calciumphosphat sich abscheiden, und dieses kommt so in die Lage, sich in statu nascendi im Knorpel fixiren zu können. Mehrfach in dieser Weise angestellten Versuchen stellte sich jedoch das unerwartete Hinderniss entgegen, dass auch dünnere Knorpelschichten Flüssigkeit bei einem Druck von circa 600—700 Mm. nicht hindurchliessen.

Nachdem auf diese Weise Resultate erhalten waren, welche im Ganzen einer chemischen Verbindung nicht günstig waren, wurde noch eine längere Reihe von Versuchen aufgenommen mit fertigem Leim, analog denen, welche Frerichs angestellt hat. Denn zeigten sich hier, wie einige Forscher vermuthet haben, entschieden Verhältnisse, die als eine chemische Verbindung von Leim und Phosphat zu deuten wären, so würden sie immerhin

einen Rückschluss der Wahrscheinlichkeit auf das isomere Ossein erlauben, während anderseits, wenn auch hier die Untersuchung der Niederschläge die Probe nicht aushielt, jedweder Anhaltspunkt vorläufig fehlte, eine derlei chemische Verbindung zu supponiren.

Es wurde theils reiner, weisser Tischlerleim, theils Fischleim (Hausenblase) angewendet und so verfahren, dass zu der in der Regel lauen, immer filtrirten Leimlösung einerseits eine Chlorcalciumlösung, anderseits eine ammoniakalische Lösung von gewöhnlichem Natriumphosphat gesetzt wurden. Die beiden letzteren Lösungen waren von der Concentration, dass sich gleiche Volume eben vollständig zu dreibasischem Calciumphosphat umsetzten, und zwar gaben je 40 CC. derselben zusammengemischt 1·9615 Grm. trockenes $Ca_3(PO_4)_2$.

Der weisse, gelatinöse, immer leimhältige Niederschlag wurde stets sorgfältig gewaschen, bis jede Reaction auf Leim sowie Chlor im Filtrat verschwunden war, oder eine Probe des Filtrats beim Abdampfen nichts zurückliess. Die getrockneten Niederschläge waren grau oder gelblichweiss, brüchig, von flach-muscheligem Bruch und ziemlich hart, in der Regel entflammten sie beim Glühen und liessen dann weisses Calciumphosphat. Trocken ins Wasser geworfen, knistern sie. Zur Analyse wurden sie bei 110—120° C. getrocknet. In den folgenden Reihen werden einige Niederschläge mit gleichen Mengen Kalkphosphat und wechselnden Leimmengen angeführt.

I. Reihe.

Die Leimlösung enthielt 1·70% Leim. Eine bestimmte Menge derselben wurde mit 40 CC. obiger Chlorcalciumlösung gemischt und dann 40 CC. ammoniakalische Phosphatlösung hinzugefügt.

a) 800 CC. Leimlösung; der Niederschlag enthielt 25·94% Leim.

b) 600 CC. Leimlösung; der Niederschlag enthielt 20·60% Leim.

II. Reihe.

Die Leimlösung hielt 1·13% Leim. Die Componenten zur Kalkphosphatbildung in den Mengen wie oben.

a) 160 CC. Leimlösung. Der Niederschlag enthielt Leim 1·01% (getrocknet bei 115° C.).

b) 200 CC. Leimlösung. Der Niederschlag enthielt Leim 1·24% (getrocknet bei 120° C.).

c) 400 CC. Leimlösung. Der Niederschlag enthielt Leim 1·55 % (getrocknet bei 120° C.).

Man sieht, dass die Niederschläge in dem Maasse leimreicher werden, als mehr Leim geboten wird, ohne dass aber, wenn nur geringere Mengen Leim vorhanden sind, dieser genügend ausgenützt wird, denn eine einfache Rechnung zeigt, dass z. B. beim Niederschlag II *a*, der nur 16% Organisches enthielt, eine beträchtlich grössere Menge Leim, als im Niederschlag überhaupt enthalten war, der Fällung entging. Dieselbe Menge Calciumphosphat 1·96 Grm. riss daher mit:

in I *a*	von 13·6 Grm.	vorhandenem Leim	0·67	Grm.
„ I *b*	„ 10·2 „	„	„ 0·50	„
„ II *b*	„ 2·3 „	„	„ 0·49	„
„ II *c*	„ 4·5 „	„	„ 0·47	„
„ II *a*	„ 1·8 „	„	„ 0·37	„

Ein solches Verhältniss spricht für keine chemische Verbindung.

III. Reihe.

In gleicher Weise und mit wachsenden Mengen von Hausenblasenleim dargestellte Niederschläge enthielten andauernd bei 100° getrocknet:

16·11; 22·84 und 33·62% Leim.

IV. Reihe.

Die Leimlösung (Tischlerleim) enthielt 0·92% Leim. Chlorcalcium- und Phosphatlösung wie oben.

Nr.	Leimlösung CC.	Phosphatlös. CC.	Chlorcalciumlösung CC.	Niederschl. hält Organisches %
1	100	100	100	6·83
2	200	100	100	15·14
3	200	100	100 (kochend gefällt)	12·04
4	300	100	100	15·89
5	100	50	Cl_2 Ba (dem Phosphat entsprechend)	3·04
6	100	50	Mg SO_4 (dem Phosphat entsprechend)	30·79

Diese letzteren Zahlen in Verbindung mit den vorhergehenden Reihen zeigen ferner noch, dass die Leimmenge, welche in den Niederschlag eingeht, nicht allein abhängig ist von der absolut vorhandenen Leimmenge, sondern auch von der Concentration der Leimlösung, wie aus der Vergleichung der Reihen I, II und IV deutlich hervorgeht.

Aus den Angaben in Reihe IV ist ausserdem ersichtlich, dass das Kalkphosphat die Eigenschaft, Leim bei der Fällung mitzunehmen, noch mit andern Phosphaten (Barium und Magnesium) theilt.

Es musste dies zu dem Gedanken führen, dass man es hier keineswegs mit einer specifisch chemischen Verwandtschaft des Leims zum Phosphat zu thun hat, und dass nur die gelatinöse, einhüllende Beschaffenheit des dreibasischen Kalkphosphats es ist, welche bewirkt, dass bei dessen Ausfällung eine gewisse, je nach Concentration und Volum schwankende Leimmenge mitgerissen wird. Es kommt diese Thatsache sehr unserer Vorstellung zu Hilfe, welche wir von einer Leimlösung im Gegensatz zu echten Lösungen haben.

Um dies völlig klar zu stellen, wurde noch eine Reihe verschiedener gelatinöser Niederschläge innerhalb einer Leimlösung erzeugt, nämlich jene von Thonerde-, Eisenoxyd-, Kieselerde- und Zinkoxydhyrat.

1. Thonerde. Aus Alaun mit Ammoniak in einer Leimlösung von circa 1%, Leim gefällt. Der wohlgewaschene, getrocknete Niederschlag bildet blassbräunliche, krümliche Massen, die beim Erhitzen Horngeruch verbreiten und 19·98% Leim enthielten. Letzterer wurde gefunden nach Abzug von Wasser unter der Voraussetzung, dass im Niederschlag die Thonerde als $Al_2(\Theta H)_6$ enthalten war.

2. Eisenoxyd. Leimlösung wurde mit Eisenchlorid gemischt und mit Ammoniak versetzt. Der schwer filtrirbare Niederschlag wurde zuerst auf Leinwand gesammelt, abgepresst, dann aufs Filter gebracht und mit heissem sowie kaltem Wasser gewaschen bis zum Verschwinden jeder Reaction im Filtrate. Der Glühverlust des getrockneten Niederschlages betrug 64%. Nach Abzug der dem Eisenhydroxyd entsprechenden Menge Wasser, selbst unter der Voraussetzung, dass das über 100° C. getrocknete Hydroxyd noch die Zusammensetzung $F_2(\Theta H)_6$ gehabt hätte, berechnet sich noch immer für den Niederschlag der Leimgehalt zu 51·8%.

3. Kieselerde. Filtrirte Leim- und Wasserglaslösung wurden gemengt und mit Salzsäure ein Niederschlag erzeugt. Nach der Behandlung mit grossen Wassermengen, bis jede Reaction auf Salzsäure oder Leim verschwunden war, und nach dem Trocknen bleiben grauliche Stücke, die beim Erhitzen mit Horngeruch verkohlten. Der Glühverlust betrug 40·5%. Davon muss das Wasser in Abzug gebracht werden, welches eine 59·5 Theilen wasserfreier Kieselsäure entsprechende Menge bei 120° getrocknetes Kieselsäurehydrat beim Glühen abgibt. Nach Rose verlieren 100 Theile bei 150° getrockneten Hydrates 4·85 Thl. Wasser. Diese Zahl zu Grunde gelegt, enthält der Kieselerdeleimniederschlag immer noch 37·5% Leim.

4. Zinkoxyd. Ueberschüssige Leimlösung wurde mit Zinkvitriol versetzt und mit Ammoniak gefällt; der schwer sich absetzende Niederschlag sank zu Boden, als nachträglich noch etwas Zinkvitriol hinzugefügt wurde. Gut gewaschen und getrocknet, bleiben gelbweisse Stücke, die noch ein wenig Schwefelsäure enthielten. Beim Erhitzen entflammte und verkohlte der Niederschlag wie die übrigen unter Horngeruch. Sein Leimgehalt

berechnete sich nach Abzug des dem Zn $(\Theta H)_2$ entsprechenden Wassers zu 47·8%.

Nachdem wir so gezeigt haben, dass man mit Hilfe der verschiedensten Niederschläge, welche man innerhalb Leimlösungen erzeugt, wenn diese Niederschläge nur genügend gallertig sind, leimreiche Füllungen hervorbringen kann, denen sich durch Wasser der Leim nicht mehr entziehen lässt, blieb noch nachzusehen, ob diese Eigenschaft nur der Knochenleim hat, oder ob auch andere Leimarten oder ob überhaupt organische colloide Körper, welche keine echte Lösung geben, das Gleiche thun. Es wurden deshalb Niederschläge von dreibasischem Kalkphosphat erzeugt in Chondrin- und Hühnereiweisslösung, sowie in Gummi- und Salepschleim. Darstellung dieser Niederschläge wie oben.

Der Niederschlag aus der Eiweisslösung enthielt nach sorgfältigem Auswaschen in trockenem Zustande 32·41% organische Substanz, der aus einer verdünnten Chondrinlösung (Kalbsrippen) 4·05%.

Gummi. Der in der filtrirten Gummilösung erzeugte Niederschlag von $\Theta a_3 (P\Theta_4)_2$ setzt sich schwer ab. Nach längerem Stehen und anhaltendem Auswaschen, bis eine Filtratprobe keinen Abdampfrückstand mehr zeigte, wurde bei 130° getrocknet und dann calcinirt. Der Gehalt an Gummi betrug 27·7%.

Salep. Der im filtrirten Salepdecoct wie vorher erzeugte Niederschlag enthielt 15·25% Organisches.

Uebersieht man dies alles, zumal den reichen Gehalt organischer, gequollener Substanz, welchen gelatinöse Niederschläge mit sich reissen, so kann man nicht mehr annähernd an eine Verbindung chemischer Art denken, sondern muss diese Erscheinung in ihrer Allgemeinheit als rein mechanischer Natur auffassen. Die beobachteten Thatsachen, nach welchen einerseits gelatinöse Niederschläge, anderseits unechte Lösungen gleichzeitig zusammenwirken müssen, während pulverige Niederschläge eine Mitreissung gequollener organischer Substanz nicht bewirken, lassen diese mechanische Auffassung deutlich genug erscheinen.

Bezüglich der letzteren Angabe sei noch das Verhalten des rein pulverigen kohlensauren Kalks, den man in einer Leimlösung

entstehen lässt, erwähnt. Derselbe schwärzte sich beim Glühen nicht, und 0·7575 Grm. verloren im Gasgebläse 0·339 Grm., während die Rechnung für eine gleiche Menge Calciumcarbonat 0·334 Grm. Verlust verlangt. Dieser Niederschlag war also leimfrei.

Gleichwohl die vorher beschriebenen Leimniederschläge nur Gemenge sind, so zeigen sie doch einige Eigenschaften, welche unter diesen Umständen bemerkenswerth sind. Es ist dies erstens die Widerstandsfähigkeit gegen Fäulniss, von der schon vorher die Rede war, zweitens die schon von Edwards beobachtete Eigenschaft, dass sie den Leim beinahe so fest wie Knochenpulver zurückhalten und ihn selbst bei andauernder Behandlung mit heissem Wasser nur ganz allmälig abgeben. Wir haben darüber auch quantitative Versuche angestellt. Ein Niederschlag von Leim und Calciumphosphat mit 17·16% Leim enthielt nach mehrtägiger Behandlung mit heissem Wasser noch 13·7% Leim, während das Filtrat nach dem Abdampfen einen Rückstand mit 88% Leim liess. Ein zweiter Versuch gab ähnliches Resultat.

Es entfällt daher auch die angebliche Nachbildung einer der Knochenmasse ähnlichen Verbindung als Stütze für die chemische Bindung im Knochen.

VI.

Diesen negativen Beweisen gegenüber lässt sich aber aus den vorher von uns angeführten Löslichkeitsbestimmungen auch ein positiver ableiten. Es ist klar, dass wenn der phosphorsaure Kalk im Knochen in einer Verbindung mit Osseïn vorhanden ist, dass dieser dann auch gegen Lösungsmittel, welche die eventuelle Verbindung nicht zersetzen, andere Löslichheitsverhältnisse zeigen wird, als unverbundener phosphorsaurer Kalk.

Da Wasser die Knochenmasse sicher nicht zersetzt, so ist es zu diesem Vergleiche geeignet. Nun löst aber reines Wasser unter gleichen Verhältnissen vom Knochen ebensoviel auf als vom Calciumphosphat, denn wir haben gefunden das Löslichkeitsverhältniss des gelatinösen Phosphats, des geglühten Phos-

phats und des Knochenphosphats, beziehungsweise zu: 2·3 2·56 und 3·00. Da diese Zahlen sich auf 100000 Theile Wass beziehen, kann man sie als fast gleich betrachten.

Die Resultate dieser Untersuchung ergeben daher, dass w durchaus keinen Grund vorläufig kennen, die Knochensubsta für eine chemische Verbindung zu halten, dass im Gegentheil es höchst wahrscheinlich ist, dass man es hier nur mit eine mechanischen, natürlich höchst feinen Mengung zu thun hat.

Medic. chem. Laboratorium in Innsbruck. Juni 1873.

Bahnbestimmung des ersten Kometen vom Jahre 1871.

Von Dr. **Johannes Holetschek,**

Assistent an der k. k. Sternwarte in Wien.

Am 7. April 1871 fand Dr. A. Winnecke in Karlsruhe einen kleinen blassen Kometen im Sternbild des Perseus, der in Folge sofortiger telegraphischer Anzeige bereits am 8. April an den meisten deutschen und österreichischen Sternwarten beobachtet wurde. Unabhängig davon entdeckte ihn Borelly in Marseille am 13. und Lewis Swift in Marathon (New-York) am 15. April. Die Beobachtungen des Kometen erstrecken sich vom 7. April bis zum 16. Mai, umfassen also einen Zeitraum von vierzig Tagen, in welchem er nur an einem einzigen (21. April) nicht beobachtet werden konnte. Mitte Mai verschwand er in der Abenddämmerung und zog nach dem Süden, passirte am 10. Juni sein Perihel und hätte nach der Rechnung für die südliche Halbkugel eine glänzende Erscheinung werden sollen, da seine Entfernung von der Erde im Juli auf 0·6 derjenigen herabsank, die er zur Zeit seiner Entdeckung hatte; doch scheint der Komet nicht mehr gesehen worden zu sein, wenigstens ist keine Nachricht über seine Wiederauffindung bekannt geworden.

Der Komet zeigte sich als rundlicher Nebel mit einem kurzen Schweif und einem hellen Kern, der während der ganzen Zeit der Sichtbarkeit des Kometen wie ein Stern der 8. bis 9. Grösse erschien. Die Coma hatte einen scheinbaren Durchmesser von etwa 2 Minuten; Dr. Pechüle in Hamburg bemerkt, dass sie nicht gleichmässig erhellt war, sondern an der einen Seite nicht fern vom Schweif einige hellere Lichtpunkte zeigte. Director J. Schmidt in Athen, welcher die Dimensionen der Coma genauer bestimmte, hat dafür (Astronomische Nachrichten Nr. 1852) folgende Grössen gegeben: Ist d der scheinbare, d der aus der Entfernung 1 gesehene, D der wahre Durchmesser

der Coma in Erddurchmessern, so hat man, wenn die Sonnenparallaxe zu 8"9 angenommen wird, jedesmal für 8h Berliner Zeit:

Mai 6	$d = 132''$	$d' = 229''$	$D = 12\cdot9$
„ 9	127	220	12·3
„ 13	128	219	12·3
„ 16	118	201	11·3

Der wahre Durchmesser betrug demnach etwa 21500 geographische Meilen.

Der Schweif des Kometen war von der Sonne abgewendet; seine Länge war anfangs ungefähr 4 Minuten und stieg im Mai bis 10 Minuten; vom 13. Mai an war er in der hellen Dämmerung nicht mehr zu erkennen.

H. Vogel in Bothkamp wendete auf den Kometen die Spectral-Analyse an (Astr. Nach. Nr. 1840, 1842. 1864, 1908); ebenso W. Huggins in Tulse Hill (Proceedings of the Royal Society Vol. XIX, pag. 490). Es zeigten sich zwei (nach Huggins drei) helle Streifen in Gelb und Grün, denen eine Wellenlänge von 0·000557 respective 0·000511 Mm. zukam; der zweite, also der in Grün gelegene Streifen, war bedeutend heller als der erste. Die Bänder erschienen unabhängig von der Öffnung des Spaltes im Spectroscop an den Rändern stets verschwommen und wurden bei Verengung des Spaltes im Gegensatz zu den Spectren der Nebelflecke nicht linienartig.

Ausser diesem discontinuirlichen war noch ein schwaches continuirliches Spectrum zu erkennen, welches der helle Kern lieferte; dieses nahm aber in der zweiten Aprilhälfte so an Helligkeit zu, dass es sich vom Roth bis weit über die Linie *F* hinaus verfolgen liess. Eine Übereinstimmung des Kometenspectrums mit demjenigen, welches Kohlenwasserstoffgas liefert, wenn es durch den elektrischen Funken zum Glühen gebracht wird, zeigte sich nicht.

Ein ähnliches Spectrum gab Brorsen's Komet (I. 1868).

Bald nach der Entdeckung des Kometen wurden seine Elemente berechnet und zwar umfassen die von Dr. Winnecke, Prof. Weiss, Dr. Tietjen und C. F. W. Peters einen Zeitraum von vier Tagen, während sich die von J. R. Hind auf fünf,

die von Dr. Pechüle und ein zweites Elementensystem von Prof. Weiss auf sechs Tage erstrecken; später berechnete Prof. A. Hall in Washington Elemente aus 15tägiger Zwischenzeit und im Jahre 1872 solche, welche auf drei Normalorten und 26 Beobachtungen beruhen, die auf einen Zeitraum von 34 Tagen vertheilt sind.

Sobald die letzte Beobachtung des Kometen in Wien angestellt war, leitete ich ein Elementensystem ab, welches den grössten Bogen umfasst und auf folgenden drei Orten beruht:

	mittl. Berlin. Zt.	AR	Decl.
1871 April	8·41667	$2^h32^m12^s02$	$+53°24'24''1$
„	27·38822	3 51 53·93	+42 39 15·7
Mai	14·36766	4 44 41·33	+30 35 11·5

Der erste Ort ist das Mittel aus sieben, an verschiedenen Sternwarten am 8. April angestellten Beobachtungen, der zweite das Mittel aus zwei Beobachtungen von Krakau und der letzte eine einzelne Wiener Beobachtung; sie sind bereits von dem Einflusse der Aberration befreit, weil mir dies durch eine von Prof. Weiss gerechnete Ephemeride ermöglicht war.

Nachdem ich durch den ersten und dritten Ort die entsprechende Parabel gelegt hatte, blieb im zweiten ein Fehler von $-5''2$ in Länge und $+79''0$ in Breite. Ich nahm nun eine erste Verbesserung der gefundenen Elemente vor nach der von Prof v. Oppolzer in seinem „Lehrbuch zur Bahnbestimmung der Kometen und Planeten" gegebenen Methode durch Variation des Verhältnisses der Distanzen. Das sich so ergebende zweite Elementensystem liess im mittleren Ort einen Fehler von $+20''9$ in Länge und $+16''4$ in Breite übrig. Aus beiden Systemen wurden nach der Methode der kleinsten Quadrate die wahrscheinlichsten Elemente ermittelt:

$$T = 1871 \text{ Juni } 10{\cdot}58108 \text{ mittl. Berliner Zt.}$$

$$\left.\begin{aligned} \pi &= 141°53'51''3 \\ \Omega &= 279\ 20\ 25{\cdot}2 \\ i &= 87\ 33\ 21{\cdot}6 \end{aligned}\right\} \text{mittl. Äquinoctium } 1871{\cdot}0$$

$$\log q = 9{\cdot}815146$$

In der mittleren Beobachtung blieb der Fehler von +24"0 in Länge und +9"8 in Breite. Eine weitere Verbesserung der Elemente wurde vorläufig nicht vorgenommen, sondern damit folgende Ephemeride gerechnet, welche sich über die Dauer der Sichtbarkeit des Kometen für die nördliche Halbkugel erstreckt. Sie gilt für den Berliner Mittag; die Sonnenorte sind dem Berliner Jahrbuche entnommen, und der Aberrationszeit liegt die Constante von Struve zu Grunde.

1871	Scheinbare Rectascension	Scheinbare Declination	Log. Entfernung ♂ von ♁	Aberrationszeit
April 8	2h 30m 9s47	+53°36'17"1	0·259478	15m 5s
9	35 2·51	53 7 32·3	0·258642	3
10	39 50·91	52 38 9·7	0·257826	1
11	44 34·72	52 8 9·9	0·257030	15 0
12	49 13·97	51 37 34·7	0·256255	14 58
13	53 48·68	51 6 24·5	0·255500	57
14	2 58 18·92	50 34 39·9	0·254764	55
15	3 2 44·75	50 2 21·1	0·254046	54
16	7 6·19	49 29 29·1	0·253344	52
17	11 23·26	48 56 4·6	0·252658	51
18	15 36·05	48 22 8·4	0·251987	49
19	19 44·66	47 47 40·9	0·251329	48
20	23 49·07	47 12 42·3	0·250683	47
21	27 49·34	46 37 13·1	0·250048	45
22	31 45·61	46 1 13·6	0·249424	44
23	35 37·94	45 24 45·1	0·248809	43
24	39 26·37	44 47 47·5	2·248201	42
25	43 10·94	44 10 21·1	0·247599	40
26	46 51·75	43 32 26·3	0·247001	39
27	50 28·87	42 54 3·2	0·246407	38
28	54 2·37	42 15 12·3	0·245815	37
29	3 57 32·31	41 35 53·8	0·245222	36
April 30	4 0 58·75	40 56 7·7	0·244627	34
Mai 1	4 21·77	40 15 54·2	0·244030	33
2	7 41·45	39 35 13·7	0·243429	32
3	10 57·86	38 54 6·3	0·242821	31
4	14 11·07	38 12 32·0	0·242205	30
5	17 21·13	37 30 30·9	0·241579	28
6	20 28·11	36 48 3·0	0·240941	27
7	23 32·09	36 5 8·4	0·240289	26
8	26 33·13	35 21 47·0	0·239620	24
9	29 31·30	34 37 59·0	0·228931	23
10	32 26·67	33 53 44·3	0·238222	22
11	35 19·31	33 9 2·6	0·237490	20
12	38 9·28	32 23 52·8	0·236732	19
13	40 56·63	31 38 17·0	0·235944	17
14	43 41·42	30 52 14·3	0·235124	16
15	46 23·70	30 5 44·1	0·234268	14
Mai 16	4 49 3·51	+29 18 46·6	0·233375	14 12

Bis hieher hatte ich die Arbeit bereits im Jahre 1871 fertig; ı wollte aber immer noch Beobachtungen aus dem Süden ab- urten, um eine definitive Bahnbestimmung, wenn möglich mit ıgrundelegung einer Ellipse, liefern zu können; da aber seither rei Jahre verstrichen sind, ohne dass eine Nachricht von der ıffindung des Kometen eingetroffen wäre, so entschloss ich ich zu einer Bahnbestimmung aus dem immerhin reichhaltigen eobachtungsmateriale, welches der Zeit vor dem Perihel ent- tammt.

Mit der obigen Ephemeride verglich ich nun sämmtliche leobachtungen, welche in „Astronomische Nachrichten" und Monthly Notices" enthalten sind; ausserdem standen mir Beob- chtungen aus Krakau und Wien zur Verfügung. Vorerst aber urden noch die Positionen der Vergleichssterne, soweit mir die- elben bekannt waren, einer Revision unterzogen, und ich spreche enen Herren, die mir auf besonderes Ansuchen Beobachtungen les Kometen und Neubestimmungen von Vergleichssternen mit- getheilt haben, meinen Dank aus.

Ich gebe hier das Verzeichniss der angenommenen Positionen; ie sind unmittelbar aus den Katalogen gerechnet, d. h. an die- elben wurde keine constante Correction angebracht.

Mittlere Positionen der Vergleichssterne für 1871·0.

*	α	δ	
1	2h 16m 10s·68	+56° 1' 22"·0	Robinson 518, Radcliffe 701.
2	2 32 6·54	53 20 47·1	Argelander-Oeltzen 3013.
3	2 33 15·04	53 37 21·2	Argel. +53° 560.
4	2 33 54·72	52 58 26·0	Groombridge 540 (½ Gewicht), Radcliffe 766, B. A. C. 819.
5	2 38 28·99	53 23 56·7	Struve 268, Argel.-Oe. 3148 (½).
6	2 41 26·87	52 24 45·7	Berliner Meridian-Beobachtung.
7	2 42 38·97	52 59 48·0	Rümker 714, Argel.-Oe. 3221, Radcl. 806.
8	2 45 7·32	52 13 56·0	Rob. 613, Radcl. 816, 12 Year Cat. 248.
9	2 47 49·00	50 44 17·8	Lalande 5342 (½), Piazzi 206 (½), Groombr. 1810 (½), Rob. 624, Radcl. 834.
10	2 48 12·50	51 58 40·4	Berliner M.-B.
11	2 55 27·29	50 51 31·5	Argel. +50° 691.
12	2 59 9·18	50 21 46·7	Berliner M.-B.
13	2 59 18·34	50 40 4·5	Argel.-Oe. 3458.
14	3 1 16·09	50 26 13·6	Berliner M.-B.
15	3 3 4·48	+49 46 21·7	„ „

*	α	δ	
16	3h 4m 53s·61	+49° 53′ 39″·1	Scheinbarer Ort. Bonn: bestimmt durch Argel. +49° 899.
17	3 6 59·59	50 27 24·6	Fedorenko 527 (½), Groombr. 631 (½), Rümker 808. Radcl. 907. B. A. C. 995.
18	3 8 32·26	49 53 4·1	Argel. +49° 895.
19	3 9 36·63	49 17 42·8	Groombr. 638 (½), Argel.-Oe. 3633; Radcl. 918.
20	3 12 43·81	48 36 20·8	Rümker 841. Radcl. 930.
21	3 12 52·20	48 44 53·3	Mailand. Mikrometer-Vergleichung mit Radcl. 935.
22	3 13 51·75	49 14 59·2	Argel. —49° 911.
23	3 14 42·62	48 8 27·7	Argel.-Oe. 3727.
24	α Persei		Berliner Jahrbuch.
25	3 18 53·12	48 36 39·0	Groombr. 668.
26	3 21 29·30	47 32 49·6	Rümker 863, Radcl. 981, B. A. C. 1071.
27	3 23 2·31	47 34 51·7	Mädler 483.
28	3 24 18·41	46 58 58·4	Berliner M.-B.
29	3 25 12·60	46 50 14·3	Argel.-Oe 3903.
30	3 28 0·33	46 49 42·6	Washington. Vergl. mit 29.
31	3 32 22·79	45 44 55·5	Berliner M.-B.
32	3 35 39·06	45 41 19·3	Argel.-Oe. 4062.
33	3 36 33·96	44 56 43·8	„ „ 4080.
34	3 36 52·69	45 11 33·6	„ „ 4084 (½) Radcl. 1051, Rümker n. F. 1891.
35	3 39 4·78	44 57 8·1	Argel.-Oe. 4141.
36	3 40 6·58	43 56 44·5	Bonn. bestimmt durch B. C. 1071.
37	3 41 6·02	44 34 16·9	Lalande 6981 (½), Groombr. 743 (½), Bessel — Weisse 882, Radcl. 1076. B. A. C. 1172.
38	3 43 16·50	43 53 46·8	Argel. +43° 833.
39	3 47 9·30	43 3 15·0	Athen, Mikrom. Vergl.
40	3 48 31·49	42 56 23·9	B. Z. 510.
41	3 49 20·92	42 43 42·4	B. W. 1042.
42	3 50 8·07	43 16 0·4	Argel. +43° 854.
43	3 51 51·29	42 37 10·2.	Berliner M. B.
44	3 53 8·70	42 43 29·7	B. W. 1122.
45	3 54 46·65	41 59 58·9	Argel. +41° 804.
46	3 55 51·77	42 3 48·1	„ +42° 881.
47	3 59 30·07	41 8 30·5	B. W. 1251 (½), Argel. +41° 815.
48	4 0 7·88	41 9 26·3	B. W. 1269. 70 (½), Argel. +41° 818.
09	4 2 9·16	40 39 8·5	B. W. 1313 (½), Rümker n. F. 2136.
45	4 2 39·32	40 34 27·0	B. W. 1326, 27, 28.
51	4 3 58·45	40 19 1·0	B. W. 20.
52	4 4 19·33	+40 1 31·7	Lalande 7757.

*	α	δ	
53	4ʰ 5ᵐ 1ˢ42	+39°20'49"7	Berliner M. B.
54	4 6 6·82	40 9 16·4	B. W. 74, 75, 76, Taylor 1448, Rob. 885, Radcl. 1170.
55	4 11 6·23	38 58 51·9	B. W. 188, 89. 90.
56	4 12 38·74	37 55 50·4	B. W. 234.
57	4 12 52·44	38 39 20·5	Berliner M. B.
58	4 13 56·98	38 42 46·0	Argel. +38° 878.
59	4 21 57·45	35 49 30·2	Bonn. Vergl. mit Argel. +36° 895.
60	4 22 41·59	36 52 35·3	B. W. 465.
61	4 23 22·54	36 27 50·5	Lalande 8447 (1/3), Piazzi IV 96 (1/3), Taylor 1566 (1/3), Rob. 957 (1/3) (nur δ) Radcl. I. 1249, Radcl. II. 510.
62	4 24 3·40	35 39 4·2	Argel. +35° 880.
63	4 26 55·02	35 4 13·4	„ +35° 884.
64	4 26 59·38	34 14 13·3	„ +34° 892.
65	4 28 28·83	34 41 5·8	B. W. 585.
66	4 32 42·35	33 30 23·6	Washingt. Beob.
67	4 32 52·91	34 24 44·3	B. W. 691.
68	4 34 40·50	33 40 52·0	Berliner M. B.
69	4 35 28·24	32 37 12·0	Piazzi IV 161 (1/2), B. W. 750.
70	4 40 56·74	31 12 38·7	B. W. 889.
71	4 42 31·66	31 20 21·9	„ 925.
72	4 43 55·89	30 56 50·6	Lalande 9072 (1/2), B. W. 960.
73	4 44 46·03	30 36 33·7	Hamburg, Vergl. mit Argel. +30° 719.
74	4 49 49·58	29 55 16·7	B. W. 1098.
75	4 53 0·94	+29 8 22·9	B. W. 1173, 4.

Das Ergebniss der Vergleichung der Beobachtungen mit der Ephemeride ist im nachstehenden Verzeichnisse zusammengestellt und zwar im Sinne: Beobachtung — Rechnung.

Nr.	1871	Beobachtungsort	dα	dδ	*
1	April 8	Mannheim	—0ˢ39	+ 3"0	2
2	8	Wien (Josefstadt)	—0·43	+ 5·3	5
3	8	Hamburg	—0·08	— 2·4	3
4	8	Wien (Sternwarte)	—0·28	— 0·3	5
5	8	Altona	+0·73	— 4·0	1
6	8	Bonn	—0·92	+10·4	5
7	8	Krakau	+0·77	0·0	—
8	8	Leipzig	—0·73	— 1·8	2
9	8	Hamburg	—1·15	— 3·5	2
10	9	Wien (Josefstadt)	—0·15	+ 3·3	4

Nr.	1871	Beobachtungsort	$d\alpha$	$d\delta$	*
11	April 9	Mannheim	−0·39	+ 3·1	4
12	9	Karlsruhe	+0·73	+ 8·8	—
13	9	Wien (Sternwarte)........	−0·14	+ 3·2	4
14	9	Kremsmünster	(−2·26)	+13·1	4
15	9	Altona	+0·48	+ 6·5	8
16	9	Hamburg	−1·05	+ 3·1	4
17	10	„	−0·26	+ 2·0	7
18	10	Altona	+0·54	+ 3·6	8
19	10	Berlin	−0·03	— 0·8	6
20	10	Twickenham	−0·44	+12·6	—
21	10	Bothkamp	−0·54	+ 1·5	—
22	10	Leipzig	−0·60	+ 6·2	7
23	11	Wien (Josefstadt)	+0·28	+ 4·7	10
24	11	Bothkamp	−0·32	+ 4·1	—
25	11	Berlin	+0·01	+ 1·2	10
26	11	Wien (Josefstadt)	−0·11	+14·4	10
27	11	Karlsruhe	+0·64	+15·5	—
28	11	Wien (Sternwarte)	+0·39	+ 9·9	10
29	11	Altona	+0·76	+ 4·2	8
30	11	Wien (Sternwarte)	0·00	+ 8·0	10
31	11	Königsberg	+0·45	+10·2	8
32	11	Hamburg	−0·20	— 1·1	10
33	11	„	−0·07	+ 2·2	10
34	11	Leipzig	−0·13	+ 6·1	10
35	11	Hamburg	−0·15	+ 5·4	10
36	12	Krakau	+1·11	+15·8	—
37	13	Marseille	+0·94	+ 8·0	9
38	13	Hamburg	−0·29	+ 2·7	11
39	14	Wien (Sternwarte)	+0·93	+ 5·4	14
40	14	Berlin	+0·46	+ 0·2	12
41	14	Leipzig	+0·49	+ 5·6	14
42	14	Altona	+1·30	+ 2·8	24
43	14	Berlin	+0·45	— 0·5	14
44	14	Hamburg	+0·18	+ 5·5	14
45	14	Wien (Sternwarte)	+0·68	+ 8·4	14
46	14	Bonn	+0·54	— 3·6	14
47	14	Krakau	+1·63	— 0·1	—
48	14	Marseille	+1·15	+ 5·2	17
49	14	Wien (Sternwarte)	+0·28	+ 3·6	14
50	14	Königsberg	+1·20	+ 5·0	13
51	15	„	+0·93	+21·9	18

Nr.	1871	Beobachtungsort	dα	dδ	*
52	April 15	Leipzig	+0·36	+ 2·3	15
53	15	Bonn	+1·41	+ 5·7	16
54	15	Berlin	+0·46	+ 1·9	15
55	16	Mailand	+0·52	+ 6·4	19
56	16	„	(+2·54)	+ 4·2	19
57	16	Bonn	+1·07	+ 2·4	19
58	16	Wien (Sternwarte)	+0·11	+ 4·2	22
59	17	Mailand	+0·99	+ 8·8	21
60	17	„	+1·29	+ 3·9	21
61	17	Hamburg	0·00	+ 2·4	20
62	18	Mailand	—0·22	— 0·5	23
63	18	Krakau	+2·08	+ 5·4	—
64	18	Lund	+0·95	— 1·4	23
65	18	Königsberg	(—5·48	+69·9)	25
66	19	Wien (Sternwarte)	+1·11	+ 4·3	27
67	19	Kremsmünster	+0·59	— 1·5	26
68	19	Hamburg	+0·59	+ 0·9	26
69	19	Krakau	+0·95	+ 3·8	—
70	19	Wien (Sternwarte)	+1·04	+ 3·3	27
71	19	Leipzig	+0·71	— 7·3	26
72	19	Berlin	+1·11	— 0·6	26
73	19	Krakau	+0·83	+11·1	—
74	20	Leipzig	+0·53	+20·2	28
75	20	Berlin	+0·88	+ 1·5	28
76	20	Mailand	+0·63	+ 3·8	28
77	20	Lund	+0·82	+ 2·3	28
78	20	Wien (Sternwarte)	+1·65	+ 9·8	28
79	20	Washington	+0·89	— 6·7	29
80	20	„	+0·74	— 6·4	30
81	22	Wien (Sternwarte)	+1·39	+ 7·2	31
82	22	Hamburg	+0·99	+ 3·1	32
83	22	Mailand	+1·76	+18·3	32
84	22	Krakau	+1·13	+12·3	—
85	22	Berlin	+1·03	+ 0·9	31
86	23	Lund	+0·29	+ 8·1	34
87	23	Mailand	+0·12	+ 7·2	34
88	23	Washington	+0·82	+ 2·6	33
89	23	„	+0·96	— 0·2	35
90	24	Athen	+0·94	+ 7·2	37
91	24	Mailand	+1·03	+15·0	37
92	24	Washington	+0·72	+ 3·1	37

Nr.	1871	Beobachtungsort	dα	dδ	*
93	April 25	Wien (Sternwarte)	+1·80	+ 1·1	38
94	25	Bonn	+1·65	+10·2	36
95	26	Athen	0·00	+ 3·6	39
96	26	Mailand	+0·64	+12·6	42
97	26	Wien (Sternwarte)	+1·30	+10·5	42
98	26	Königsberg	+1·43	+10·6	40
99	26	Leipzig	+1·30	+18·3	42
100	27	Athen	+0·28	+ 6·4	41
101	27	Krakau	+1·80	+ 6·0	—
102	27	„	+1·72	+22·1	—
103	27	Leipzig	+1·00	+ 5·5	44
104	27	Königsberg	+0·81	+26·8	40
105	27	Lund	+0·99	+13·0	41
106	27	Berlin	+1·05	+ 6·9	43
107	28	Mailand	+0·41	+11·9	45
108	28	Lund	+0·41	+12·7	45
109	28	Hamburg	+1·06	+12·4	46
110	29	Athen	+0·64	+10·8	47
111	29	„	+1·41	+11·2	48
112	29	Krakau	+2·38	+32·5	—
113	29	Königsberg	+0·09	. . . .	47
114	29	Washington	+0·70	+10·7	47
115	29	„	+1·11	+ 9·6	48
116	30	Athen	+1·03	+13·6	50
117	30	Mailand	+1·36	+22·2	49
118	30	Lund	+0·77	+13·3	49
119	Mai 1	Athen	+1·12	+13·2	51
120	1	„	+0·97	. .	54
121	1	Mailand	+0·47	+23·2	52
122	2	„	+0·87	+13·2	53
123	2	Berlin	+1·03	+17·2	53
124	2	Hamburg	+0·46	+16·3	53
125	3	Athen	+0·77	+13·4	55
126	3	„	+0·80	+24·6	57
127	3	Berlin	+0·96	+16·3	57
128	3	Lund	+0·37	+15·5	58
129	4	Athen	+0·68	+12·6	56
130	6	„	+0·39	+22·4	60
131	6	„	+2·24	+24·0	61
132	6	Mailand	+0·67	+25·7	61
133	6	Lund	+0·53	+24·9	61

Nr.	1871		Beobachtungsort	$d\alpha$	$d\delta$	*
134	Mai	6	Hamburg	+0·29	+26·5	61
135		7	Mailand	+0·25	+26·7	59
136		7	Bonn	+1·51	+36·3	50
137		7	Washington	—1·24	+25·5	62
138		8	Mailand	—0·58	+41·8	63
139		9	Athen	+0·42	+27·6	67
140		9	„	+0·73	+29·2	65
141		9	Lund	+0·39	+40·3	67
142		9	Hamburg	+0·26	+32·7	64
143		10	Berlin	+0·63	+31·8	68
144		10	Athen	+0·45	+27·4	68
145		10	Bonn	+0·88	+11·0	68
146		10	Washington	—0·27	+29·9	66
147		11	Bonn	—0·21	(—29·7)	69
148		13	Athen	+0·05	+39·5	70
149		13	„	+0·44	+33·1	71
150		14	Wien (Sternwarte)	+0·12	+ 4·1	72
151		14	Hamburg	+0·38	. . .	73
152		14	„	. . .	+52·8	73
153		15	„	(+8·38)	+14·8	74
154		16	Athen	+0·42	+58·8	75

Einige Beobachtungen mussten, weil die Position des Vergleichssternes nicht hinlänglich bekannt war, und die Jahreszeit eine Bestimmung desselben nicht gestattete, von der Vergleichung ausgeschlossen werden; nämlich eine Beobachtung zu Leipzig am 3. Mai und je eine aus Athen und Washington vom 5. Mai; ebenso blieben drei Beobachtungen aus Stonyhurst (Mai 8, 9, 10) als zu stark abweichend unberücksichtigt. Die Mailänder Beobachtungszeit vom 24. April ($9^h\ 34^m\ 7^s$) wurde um eine Stunde verkleinert, da alle Umstände zu der Annahme $8^h\ 34^m\ 7^s$ nöthigen. Die Königsberger Beobachtung vom 18. April weicht deshalb so weit von den übrigen ab, weil der Komet wegen eines Nordlichtes nur mit grösster Mühe zu sehen war; dasselbe Nordlicht zeigte sich auch während der Beobachtung in Krakau.

Am 9. April war der Komet gleichfalls in Folge eines sehr hellen Nordlichtes beträchtlich schwächer erschienen.

Vom Beginn des Mai an sind die Beobachtungen unsicher, weil der Komet schon in den Tag hineinrückte und daher nur bei tiefem Stand in der hellen Abenddämmerung beobachtet werden konnte; so hatte er beispielsweise am 15. Mai während der Beobachtung in Hamburg nur mehr eine Höhe von $3^1/_2{}^\circ$; am 17. Mai war er ebendaselbst, obgleich bei sehr heiterer Luft auf ihn eingestellt wurde, nicht mehr zu sehen.

Für die weitere Rechnung wurden alle mehrfachen Beobachtungen einer Sternwarte von demselben Tage in eine zusammengezogen; die in Klammern eingeschlossenen Abweichungen sind in die Rechnung nicht mit aufgenommen.

Wenn man die obigen Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung untereinander vergleicht, so treten auffallende constante Unterschiede zwischen den einzelnen Sternwarten auf. Der richtige Weg zur Ausgleichung dieser Differenzen wäre wohl der, alle Beobachtungen auf das Mittel der Abweichungen zu reduciren; da aber die Rechnung verwickelt wäre, und es mir nur darum zu thun war, überhaupt Gleichmässigkeit in die Beobachtungen zu bringen, so reducirte ich alles auf eine beliebig gewählte Sternwarte, an deren Beobachtungen also keine Correction angebracht wurde und zwar nahm ich Berlin. Ich bildete nun die Differenzen zwischen den Sternwarten von jedem Tage, nahm aus den Differenzen jeder Combination das Mittel und suchte aus allen sich ergebenden Combinationen nach der Methode der kleinsten Quadrate die wahrscheinlichste Correction, die an die einzelnen Sternwarten anzubringen war. Zu diesem Zwecke wurde die Summe der Quadrate der einzelnen Differenzen gebildet, jedes Quadrat mit seinem Gewicht, d. h. mit der Zahl der Vergleichungen, aus denen es entstanden war, multiplicirt, diese Summe nach den einzelnen darin vorkommenden Sternwarten differenzirt, und jeder solche Differentialquotient gleich Null gesetzt. Demnach entstanden so viele Gleichungen mit so viel Unbekannten, als Sternwarten auf Berlin zu reduciren waren, nämlich eilf, da diejenigen Sternwarten, von denen nur wenige Beobachtungen vorliegen, weggelassen wurden. Ich bin mir sehr wohl bewusst, dass die so entstandenen Gleichungen nicht ganz von einander unabhängig sind, suchte aber diesem Übelstande dadurch abzuhelfen, dass ich dann, wenn an einem Tage

Beobachtungen auf drei oder mehr Sternwarten gemacht wurden, jene Combinationen wegliess, welche sich aus zwei anderen ergaben. Ebenso blieben alle nur einmal vorkommenden Combinationen weg, d. h. solche, die aus zwei Sternwarten entstanden, an denen nur an einem einzigen Tage zugleich beobachtet wurde.

Ich fühle mich hier verpflichtet, Herrn Prof. Weiss, der mir bei dieser Arbeit mit Rath und That zur Seite stand, für seine Freundlichkeit und Bereitwilligkeit meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Die Auflösung der eilf Gleichungen stiess auf Schwierigkeiten, da die Unbekannten daraus unsicher zu bestimmen waren. Daher theilte ich die Beobachtungen in drei Gruppen, von denen jede zwei der später zu bildenden Normalorte umfasste; I. April 8—19, II. April 20—30, III. Mai 1—16. Dies geschah besonders deshalb, weil man doch nicht von vornherein die Differenzen zwischen den Sternwarten für die ganze Beobachtungsdauer als constant annehmen kann. Da in der dritten Gruppe die Beobachtungen weniger zahlreich sind, als in den zwei ersten, so wurden auch die einfachen Combinationen in die Rechnung aufgenommen; desgleichen in der zweiten Gruppe die einfachen Combinationen mit Berlin.

Ich erhielt so drei Systeme von Gleichungen; jede derselben hatte, da die Correctionen für Rectascension und Declination gesondert, also unabhängig von einander gerechnet wurden, rechts vom Gleichheitszeichen zwei Theile. Die Buchstaben bezeichnen die Correctionen an die Beobachtungen der einzelnen Sternwarten, um sie mit Berlin zu vergleichen, und zwar: *a* Altona, *A* Athen, *B* Bonn, *C* Krakau, *H* Hamburg, *K* Königsberg, *L* Leipzig, *l* Lund, *M* Mailand, *V* Washington, *W* Wien (Sternwarte).

I.

								α	δ
	− 3B	− 3C	− 5H	− 3K	+19L		=	+ 7·41	+27·8
− 5a		− 3C	+24H	− 2K	− 5L	− 5W	=	+13·47	+17·7
	− 3B	− 3C	− 5H	− 2K		+16W	=	+ 0·16	−32·7
+14a	− 2B	− 2C	− 5H	− 2K			=	−10·30	+ 3·6
− 2a	+14B	− 2C		− 2K	− 3L	− 3W	=	+ 3·18	+ 3·6
− 2a	− 2B	+15C	− 3H		− 3L	− 3W	=	−11·93	−15·4
− 2a	− 2B		− 2H	+14K	− 3L	− 2W	=	− 5·73	−98·3

II.

+3H								—2M	=	+0·16	+12·5
	+12L	—2W	— 2l		— 2A		—2K	— 2M	=	—0·84	—67·8
	— 2L	+7W						— 3M	=	—3·56	+10·8
	— 2L		+12l	—2V	— 2A			— 4M	=	+0·21	— 9·7
			— 2l	+8V	— 2A			— 3M	=	—0·82	+56·8
	— 2L		— 2l	—2V	+14A	—2C	— 2K	— 3M	=	+8·76	+96·4
					— 2A	+4C			=	—3·64	—47·6
	— 2L				— 2A		+5K		=	—1·66	—60·5
—2H	— 2L	—3W	— 4l	—3V	— 3A			+19M	=	+0·62	—81·4

III.

+7H	—2l		—2A		—2M	=	+2·14	— 6·4
—2H	+5l		— A		— M	=	+0·77	— 0·9
		+5V	— A	—2B	— M	=	+7·01	— 7·5
—2H	— l	— V	+9A	— B	—2M	=	—1·04	— 0·6
		—2V	— A	+5B	— M	=	—5·84	+35·7
—2H	— l	— V	—2A	— B	+8M	=	—0·71	+ 9·8

Dass die Werthe der Unbekannten wohl nicht zu stark von den ursprünglich zwischen Berlin und jeder Sternwarte gefundenen Differenzen abweichen werden, besonders wenn die Zahl der Beobachtungen an einem Tage nicht zu gering ist, liess sich von vornherein erwarten. Ich stelle daher zur Vergleichung beide Zahlenreihen neben einander und bezeichne mit (1) die ursprünglichen, mit (2) die durch Auflösung der Gleichungen gefundenen Correctionen; zugleich setze ich die Zahl der Beobachtungen, auf denen die einzelnen Differenzen beruhen, unter N bei.

I.

	AR		Decl.		
	(1)	(2)	(1)	(2)	N
A	—0·72	—0·79	— 3·5	— 3·3	3
B	—0·51	—0·05	— 0·2	— 3·8	2
C	—0·47	—0·83	— 4·1	— 4·1	2
H	+0·29	+0·27	— 2·7	— 2·9	4
K	—0·55	—0·46	—11·4	— 9·7	3
L	+0·24	+0·25	— 2·3	— 2·1	5
W	—0·10	—0·13	— 6·0	— 5·6	3

II.

	AR (1)	AR (2)	Decl. (1)	Decl. (2)	N
A	+0ˢ77	+0ˢ60	+ 0ʺ5	— 0ʺ3	1
C	—0·40	—0·61	— 9·2	—12·1	2
H	+0·04	+0·14	— 2·2	— 0·2	1
K	+0·24	—0·10	—19·9	—16·6	1
L	+0·20	—0·01	— 8·6	—11·0	2
l	+0·06	+0·18	— 3·4	— 4·3	2
M	—0·24	+0·13	— 9·8	— 6·6	2
V	+0·07	+0·14	+ 8·0	+ 3·5	1
W	—0·56	—0·46	— 7·3	— 4·4	2

III.

	AR (1)	AR (2)	Decl. (1)	Decl. (2)	N
A	+0·18	+0·19	+ 0·9	+ 3·3	2
B	—0·25	—0·58	+20·8	+10·4	1
H	+0·57	+0·56	+ 0·9	+ 2·0	1
l	+0·59	+0·47	+ 0·8	+ 2·2	1
M	+0·16	+0·24	+ 4·0	+ 4·7	1
V	+0·90	+1·26	+ 1·9	+ 4·3	1

Die Correctionen (2) wurden nun an die einzelnen Beobachtungen angebracht, und ich stelle hier die directen und die corrigirten Differenzen nebeneinander. In diesem Verzeichnisse sind schon alle Beobachtungen weggelassen, die zur Bildung der Normalorte nicht verwendet wurden. Die Differenzen jener Sternwarten, die wegen zu kleiner Beobachtungszahl in die vorige Rechnung nicht mit einbezogen wurden, sind auch im corrigirten System unverändert beibehalten.

	1871		Beobachtungsort	dα direct	dα corrig.	dδ direct	dδ corrig.
I.	April	8	Mannheim	—0ˢ39	—0ˢ39	+ 3ʺ0	+ 3ʺ0
		8	Wien (Josefstadt)	—0·43	—0·43	+ 5·3	+ 5·3
		8	Hamburg	—0·61	—0·34	— 3·0	— 5·9
		8	Wien (Sternwarte)	—0·28	—0·41	— 0·3	— 5·9
		8	Altona	+0·73	—0·06	— 4·0	— 7·3
		8	Bonn	—0·92	—0·87	+10·4	+ 6·6
		8	Krakau	+0·77	—0·06	0·0	— 4·1
		8	Leipzig	—0·73	—0·48	— 1·8	— 3·9
		9	Wien (Josefstadt)	—0·15	—0·15	+ 3·3	+ 3·3
		9	Mannheim	—0·39	—0·39	+ 3·1	+ 3·1

	1871	Beobachtungsort	dα direct	dα corrig.	dδ direct	dδ corrig.
I.	April 9	Karlsruhe	+0^{s}73	+0^{s}73	+ 8$''$8	+ 8$''$8
	9	Wien (Sternwarte)...	−0·14	−0·27	+ 3·2	− 2·4
	9	Altona.............	+0·48	−0·31	+ 6·5	+ 3·2
	9	Hamburg	−1·05	−0·78	+ 3·1	+ 0·2
	10	„	−0·26	+0·01	+ 2·0	− 0·9
	10	Altona.............	+0·54	−0·25	+ 3·6	+ 0·3
	10	Berlin	−0·03	−0·03	− 0·8	− 0·8
	10	Twickenham.........	−0·44	−0·44	+12·6	+12·6
	10	Bothkamp..........	−0·54	−0·54	+ 1·5	+ 1·5
	10	Leipzig	−0·60	−0·35	+ 6·2	+ 4·1
	11	Wien (Josefstadt) ...	+0·08	+0·08	+ 9·5	+ 9·5
	11	Bothkamp..........	−0·32	−0·32	+ 4·1	+ 4·1
	11	Berlin	+0·01	+0·01	+ 1·2	+ 1·2
	11	Karlsruhe	+0·64	+0·64	+15·5	+15·5
	11	Wien (Sternwarte)...	+0·20	+0·07	+ 8·9	+ 3·3
	11	Altona.............	+0·76	−0·03	+ 4·2	+ 0·9
	11	Königsberg	+0·45	−0·01	+10·2	+ 0·5
	11	Hamburg..........	−0·14	+0·13	+ 2·2	− 0·7
	11	Leipzig	−0·13	+0·12	+ 6·1	+ 4·0
	12	Krakau	+1·11	+0·28	+15·8	+11·7
	13	Marseille	+0·94	+0·94	+ 8·0	+ 8·0
	13	Hamburg	−0·29	−0·02	+ 2·7	− 0·2
II.	April 14	Wien (Sternwarte)...	+0·61	+0·48	+ 5·8	+ 0·2
	14	Berlin	+0·46	+0·46	− 0·2	− 0·2
	14	Leipzig	+0·49	+0·74	+ 5·6	+ 3·5
	14	Altona.............	+1·30	+0·51	+ 2·8	− 0·5
	14	Hamburg	+0·18	+0·45	+ 5·5	+ 2·6
	14	Bonn	+0·54	+0·49	+ 3·6	− 7·4
	14	Krakau	+1·63	+0·80	− 0·1	− 4·2
	14	Marseille	+1·15	+1·15	+ 5·2	+ 5·2
	14	Königsberg	+1·20	+0·74	+ 5·0	− 4·7
	15	„	+0·93	+0·47	+21·9	+12·2
	15	Leipzig	+0·36	+0·61	+ 2·3	+ 0·2
	15	Bonn	+1·41	+1·36	+ 5·7	+ 1·9
	15	Berlin	+0·46	+0·46	+ 1·9	+ 1·9
	16	Mailand	+0·52	+0·52	+ 6·4	+ 6·4
	16	Bonn	+1·07	+1·02	+ 2·4	− 1·4
	16	Wien (Sternwarte)...	+0·11	−0·02	+ 4·2	− 1·4
	17	Mailand	+1·14	+1·14	+ 6·3	+ 6·3
	17	Hamburg...........	0·00	+0·27	+ 2·4	− 0·5

	1871	Beobachtungsort	$d\alpha$		$d\delta$	
			direct	corrig.	direct	corrig.
II.	April 18	Mailand	−0·22	−0·22	− 0″·5	− 0″·5
	18	Krakau	+2·08	+1·25	+ 5·4	+ 1·3
	18	Lund	+0·95	+0·95	− 1·4	− 1·4
	19	Wien (Sternwarte)	+1·08	+0·95	+ 3·8	− 1·8
	19	Kremsmünster	+0·59	+0·59	− 1·5	− 1·5
	19	Hamburg	+0·59	+0·86	+ 0·9	− 2·0
	19	Krakau	+0·89	+0·06	+ 7·5	+ 3·4
	19	Leipzig	+0·71	+0·96	+ 7·3	− 9·4
	19	Berlin	+1·11	+1·11	− 0·6	− 0·6
III.	April 20	Leipzig	+0·53	+0·52	+20·2	+ 9·2
	20	Berlin	+0·88	+0·88	+ 1·5	+ 1·5
	20	Mailand	+0·63	+0·76	+ 3·8	− 2·8
	20	Lund	+0·82	+1·00	+ 2·3	− 2·0
	20	Wien (Sternwarte)	+1·65	+1·19	+ 9·8	+ 5·4
	20	Washington	+0·81	+0·95	− 6·5	− 3·0
	22	Wien (Sternwarte)	+1·39	+0·93	+ 7·2	+ 2·8
	22	Hamburg	+0·99	+1·13	+ 3·1	+ 2·9
	22	Mailand	+1·76	+1·89	+18·3	+11·7
	22	Krakau	+1·13	+0·52	+12·3	+ 0·2
	22	Berlin	+1·03	+1·03	+ 0·9	+ 0·9
	23	Lund	+0·29	+0·47	+ 8·1	+ 3·8
	23	Mailand	+0·12	+0·25	+ 7·2	+ 0·6
	23	Washington	+0·89	+1·03	+ 1·2	+ 4·7
	24	Athen	+0·94	+1·54	+ 7·2	+ 6·9
	24	Mailand	+1·03	+1·16	+15·0	+ 8·4
	24	Washington	+0·32	+0·86	+ 3·1	+ 6·6
	25	Wien (Sternwarte)	+1·80	+1·34	+ 1·1	− 3·3
	25	Bonn	+1·65	+1·65	+10·2	+10·2
IV.	April 26	Athen	0·00	+0·60	+ 3·6	+ 3·3
	26	Mailand	+0·64	+0·77	+12·6	+ 6·0
	26	Wien (Sternwarte)	+1·30	+0·84	+10·5	+ 6·1
	26	Königsberg	+1·43	+1·33	+10·6	− 6·0
	26	Leipzig	+1·30	+1·29	+18·3	+ 7·3
	27	Athen	+0·28	+0·88	+ 6·4	+ 6·1
	27	Krakau	+1·76	+1·15	+14·0	+ 1·9
	27	Leipzig	+1·00	+0·99	+ 5·5	− 5·5
	27	Königsberg	+0·81	+0·71	+26·8	+10·2
	27	Lund	+0·99	+1·17	+13·0	+ 8·7
	27	Berlin	+1·05	+1·05	+ 6·9	+ 6·9

1871			Beobachtungsort	dα direct	dα corrig.	dδ direct	dδ corrig.
IV.	April	28	Mailand	+0·41	+0·54	+11·9	+ 5·3
		28	Lund	+0·41	+0·59	+12·7	+ 8·4
		28	Hamburg	+1·06	+1·20	+12·4	+12·2
		29	Athen	+1·02	+1·62	+11·0	+10·7
		29	Krakau	+2·38	+1·77	+32·5	+20·4
		29	Washington	+0·90	+1·04	+10·2	+13·7
		30	Athen	+1·03	+1·63	+13·6	+13·3
		30	Mailand	+1·36	+1·49	+22·2	+15·6
		30	Lund	+0·77	+0·95	+13·3	+ 9·0
V.	Mai	1	Athen	+1·04	+1·23	+13·2	+16·5
		1	Mailand	+0·47	+0·71	+23·2	+27·9
		2	Mailand	+0·87	+1·11	+13·2	+17·9
		2	Berlin	+1·03	+1·03	+17·2	+17·2
		2	Hamburg	+0·46	+1·02	+16·3	+18·3
		3	Athen	+0·78	+0·97	+19·0	+22·3
		3	Berlin	+0·96	+0·96	+16·3	+16·3
		3	Lund	+0·37	+0·84	+15·5	+17·5
		4	Athen	+0·68	+0·87	+12·6	+15·9
		6	„	+0·39	+0·58	+23·2	+26·2
		6	Mailand	+0·67	+0·91	+25·7	+30·4
		6	Lund	+0·53	+1·00	+24·9	+27·1
		6	Hamburg	+0·29	+0·85	+26·5	+28·5
		7	Mailand	+0·25	+0·49	+26·7	+31·4
		7	Bonn	+1·51	+0·93	+36·3	+46·7
		7	Washington	−1·24	+0·02	+25·5	+29·8
		8	Mailand	−0·58	−0·34	+41·8	+46·5
		9	Athen	+0·57	+0·76	+28·4	+31·7
		9	Lund	+0·39	−0·86	+40·3	+42·5
		9	Hamburg	+0·26	+0·82	+32·7	+34·7
VI.	Mai	10	Athen	+0·45	+0·64	+27·4	+30·7
		10	Berlin	+0·63	+0·63	+31·8	+31·8
		10	Bonn	+0·88	+0·30	+11·0	+21·4
		10	Washington	−0·27	+0·99	+29·9	+34·2
		13	Athen	+0·25	+0·44	+36·3	+39·6
		14	Wien (Sternwarte) ...	+0·12	+0·12	+ 4·1	+ 4·1
		14	Hamburg	+0·38	+0·94	+52·8	+54·8
		16	Athen	+0·42	+0·61	+58·8	+62·1

Wie man sieht, wurden durch diese Ausgleichung die Unter-
hiede bedeutend herabgemindert, und die hie und da dennoch
iftretenden Sprünge können nur den zufälligen Beobachtungs-
hlern zugeschrieben werden; blos gegen das Ende der Beob-
htungsreihe scheint das Ziel nicht mehr ganz erreicht worden
sein; dies findet jedoch in der schon erwähnten Thatsache,
ss die Beobachtungen in dieser Zeit an Unsicherheit zuneh-
en, eine einfache Erklärung.

Ich bildete nun auf die im Schema bereits ersichtlich ge-
achte Weise sechs Gruppen, wobei jede Beobachtung gleiches
ewicht erhielt.

Die ganze folgende Rechnung wurde für das directe und
s corrigirte System durchgeführt. Die Abweichungen in Rect-
scension sind bereits in Bogensecunden verwandelt.

	1871		direct $d\alpha$	direct $d\delta$	corrigirt $d\alpha$	corrigirt $d\delta$
I.	April	10·0	— 0"19	+ 4"72	— 1"84	+ 2"46
II.	„	16·5	+11·86	+ 3·18	+10·14	+ 0·01
III.	„	22·5	+15·04	+ 6·63	+15·08	+ 3·41
IV.	„	28·0	+14·92	+13·42	+16·21	+ 7·70
V.	Mai	5·5	+ 7·27	+23·92	+11·71	+27·26
VI.	„	12·5	+ 5·36	+31·51	+ 8·76	+34·84

Durch Anbringung dieser Abweichungen an die entspre-
henden Ephemeridenorte entstehen folgende auf das mittlere
quinoctium 1871·0 bezogenen Normalorte:

	1871		direct α	direct δ	corrigirt α	corrigirt δ
I.	April	10·0	39°57'48"4	+52°38'15"8	46"8	13"5
II.	„	16·5	47 19 5·1	+59 12 55·2	3·4	52·0
III.	„	22·5	53 25 52·4	+45 43 10·2	52·4	7·0
IV.	„	28·0	58 30 52·8	+42 15 26·5	54·1	20·8
V.	Mai	5·5	64 43 53·6	+37 9 44·8	58·0	48·1
VI.	„	12·5	69 53 24·7	+32 1 40·2	28·1	43·5

Auf Störungen wurde wegen des verhältnissmässig kurzen
Zeitraumes, den die Beobachtungen umfassen, und weil der
Komet immer in beträchtlicher Entfernung von den Hauptkör-
pern unseres Sonnensystems blieb, keine Rücksicht genommen;

nur der Venus näherte er sich im Mai auf eine Distanz, die der halben Entfernung der Erde von der Sonne gleichkommt, aber die in dieser Zeit angestellten Beobachtungen sind zu unsicher, als dass ich eine Berücksichtigung dieser immerhin geringen Störungen für nöthig erachtet hätte.

Um die obigen Fehler so viel als möglich wegzuschaffen, wurden die entsprechenden Differentialquotienten gerechnet, und zwar, nach den von Professor v. Oppolzer im 49. Bande der Sitzungsberichte (Märzheft 1864) angegebenen Formeln. Da ich die Bahn als Parabel beibehalten wollte, so fielen die Excentricitätsglieder weg. Es wurden vorerst die Elemente von der Ekliptik auf den Äquator übertragen und gefunden:

$$T = 1871 \text{ Juni } 10{\cdot}58108 \text{ mittl. Berliner Zeit.}$$

$$\left.\begin{array}{l} \pi' - \Omega' = 199° \; 25' \; 21{\cdot}3 \\ \Omega' = 279 \;\; 32 \;\; 33{\cdot}0 \\ i' = 91 \;\; 27 \;\; 24{\cdot}8 \end{array}\right\} \text{mittl. Äquator } 1871{\cdot}0$$

$$\log q = 9{\cdot}815146$$

Der in der erwähnten Abhandlung als σ bezeichnete Winkel ist: $\sigma = 336° \; 51' \; 55''$.

Man erhält nun folgende zwölf Bedingungsgleichungen, in welchen $d\omega'$, $d\Omega$, di' in Bogensecunden, dT in Einheiten der vierten Decimale des mittleren Tages, $d \log q$ in Einheiten der sechsten Decimale zu nehmen sind; die Coëfficienten sind die Logarithmen der Differentialquotienten.

Für die Rectascensionen:

					direct	corrigirt
$9{\cdot}56112\, di'$	$+8{\cdot}98296\, d\Omega'$	$+9{\cdot}79051\, d\omega'$	$+8_n{\cdot}95143\, dT$	$+9{\cdot}45503\, d\log q$	$= -\;0''11$	$+\;1''12$
9·60508	9·15886	9·71257	8_n 89506	9·39920	$= +\;7{\cdot}74$	$+\;6{\cdot}59$
9·61554	9·27740	9·62737	8_n 82760	9·33820	$= +10{\cdot}50$	$+10{\cdot}53$
9·60448	9·36208	9·53660	8_n 74874	9·27431	$= +11{\cdot}05$	$+12{\cdot}00$
9·55889	9·45123	9·38835	8_n 60033	9·17457	$= +\;5{\cdot}80$	$+\;9{\cdot}34$
9·47923	9·51354	9·21290	8_n 37527	9·06768	$= +\;4{\cdot}55$	$+\;7{\cdot}42$

Für die Declinationen:

						direct	corrigirt
9·68274 di'	+9·20101 $d\Omega'$	+9n·63080 $d\omega'$	+9·24387 dT	+9n·30539 $d\log q$	=	+ 4·72	+ 2·46
9·58277	9·20825	9n·67830	9·30004	9n·35691	=	+ 3·18	+ 0·01
9·47207	9·19482	9n·69980	9·34405	9n·38272	=	+ 6·63	+ 3·41
9·35282	9·16665	9n·70639	9·37948	9n·39224	=	+13·42	+ 7·70
9·15585	9·10369	9n·70104	9·42229	9n·38678	=	+23·92	+27·26
8·92186	9·01652	9n·68564	9·45807	9n·36341	=	+31·51	+34·84

Um diese Coëfficienten in Bezug auf ihre Richtigkeit zu prüfen, änderte ich die Elemente und bestimmte die dadurch hervorgerufenen Änderungen der geocentrischen Coordinaten einerseits durch directe Rechnung, andererseits mittelst der vorliegenden Differentialquotienten; auf beiden Wegen musste sich dasselbe Resultat zeigen. Ich prüfte zuerst die Coëfficienten von dT und $d\log q$, hernach die von $d\omega'$, $d\Omega'$ und di'; beide Resultate stimmten in der That innerhalb der Unsicherheitsgrenzen der Rechnungen ganz befriedigend überein.

Die zwölf Bedingungsgleichungen wurden nach der Methode der kleinsten Quadrate in fünf Normalgleichungen zusammengefasst, und dabei dem sechsten Normalort in Bezug auf die anderen nur halbes Gewicht gegeben wegen der geringen Anzahl und Unsicherheit der Beobachtungen, auf denen er beruht.

						direct	corrigirt
+1·34447 di'	+0·65567 $d\Omega'$	+0·11546 $d\omega'$	+0·19761 dT	+0·08604 $d\log q$	=	+27·863	+25·211
+0·65567	+0·37092	+0·00202	+0·11762	+0·02366	=	+16·964	+16·776
+0·11546	+0·00202	+2·30805	−0·76019	+1·12812	=	−19·372	−14·633
+0·19764	+0·11762	−0·76019	+0·31161	−0·36856	=	+14·783	+12·983
+0·08604	+0·02366	+1·12812	−0·36856	+0·55889	=	− 8·649	− 6·173

Daraus ergeben sich folgende Werthe der Unbekannten

	direct	corrigirt
dT =	+314·69	+377·03
$d\omega'$ =	—451"83	—615"41
$d\Omega'$ =	—144·04	—185·57
di' =	+ 11·94	+ 10·72
$d\log q$ =	+1118·3	+1499·4

Die Elemente sind daher

I. direct

T = 1871 Juni 10·61255 mittl. Berliner Zeit.
$\pi'-\Omega'$ = 199° 17' 49"5
Ω' = 279 30 9·0 } mittl. Äquator 1871·0
i' = 91 27 36·7
$\log q$ = 9·816264

II. corrigirt

T = 1871 Juni 10·61878 mittl. Berl. Zeit.
$\pi'-\Omega'$ = 199° 15' 5"9
Ω' = 279 29 27·4 } mittl. Äquator 1871·0.
i' = 91 27 35·5
$\log q$ = 9·816645.

Das erste Elementensystem stellt die Normalorte in fol der Weise dar:

	nach den Bedingungsgleichungen		nach der directen Rechnun	
	$d\alpha\cos d\delta$	$d\delta$	$d\alpha\cos\delta$	$d\delta$
I.	—2"4	—0"5	—2"8	—0"3
II.	+1·1	—1·9	+0·9	—1·9
III.	+1·9	—0·2	+1·9	—0·6
IV.	+2·2	+2·6	+1·9	+2·6
V.	—1·9	+2·8	—2·0	+2·6
VI.	—1·5	—5·8	—1·6	—5·9

$\Sigma(d\alpha\cos\delta)^2$ = 22"4
$\Sigma(d\delta)^2$ = 52·4

Summe der übrigbleibenden Fehlerquadrate $\Sigma(vv)$ = 7

Die Elemente II lassen folgende Fehler übrig:

	nach den Bedingungsgleichungen		nach der directen Rechnung	
	$d\alpha \cos\delta$	$d\delta$	$d\alpha \cos\delta$	$d\delta$
I.	$-1''1$	$+0''6$	$-1''3$	$+0''7$
II.	$+0\cdot2$	$-1\cdot7$	$0\cdot0$	$-1\cdot7$
III.	$+0\cdot9$	$-0\cdot3$	$+0\cdot7$	$-0\cdot7$
IV.	$+1\cdot3$	$-0\cdot9$	$+1\cdot0$	$-1\cdot1$
V.	$-0\cdot7$	$+5\cdot7$	$-1\cdot0$	$+5\cdot4$
VI.	$-1\cdot1$	$-7\cdot2$	$-0\cdot9$	$-7\cdot6$

$$\Sigma(d\alpha \cos\delta)^2 = 5''0$$
$$\Sigma(d\delta)^2 = 92\cdot0$$
$$\Sigma(vv) = 97\cdot0$$

Der schon hervorgehobene Umstand, dass die im Mai angestellten Beobachtungen theilweise unzuverlässig sind, macht sich auch hier in den Declinationen bemerkbar.

Nun sind die Elemente vom Äquator auf die Ekliptik zu übertragen, und man hat nachstehende Differentialformeln, in welchen die Coëfficienten für beide Systeme noch in den vier ersten Stellen übereinstimmen:

$$d\Omega = 9\cdot9638\, d\Omega' + 9\cdot5947\, di'$$
$$d\sigma = 8\cdot8106 \quad + 8\cdot2245$$
$$di = 9^n5941 \quad + 9\cdot9636.$$

Die schliesslichen Elemente sind:

I.

$T =$ 1871 Juni 10·61255 mittl. Berliner Zeit.

$$\left.\begin{aligned} \pi &= 141^\circ\, 44'\, 20''8 \\ \Omega &= 279\ \ 18\ \ 17\cdot4 \\ i &= 87\ \ 34\ \ 29\cdot2 \end{aligned}\right\}\ \text{mittl. Äquinoctium 1871·0.}$$

$\log q = 9\cdot816264$

II.

$T =$ 1871 Juni 10·61878 mittl. Berliner Zeit.

$$\left.\begin{aligned} \pi &= 141^\circ\, 41'\ \ 1''2 \\ \Omega &= 279\ \ 17\ \ 38\cdot7 \\ i &= 87\ \ 34\ \ 44\cdot3 \end{aligned}\right\}\ \text{mittl. Äquinoctium 1871·0.}$$

$\log q = 9\cdot816645.$

Da die Darstellung der sechs Normalorte keine zu grossen Fehler übrig lässt, besonders wenn man die Unsicherheit der letzten Beobachtungen bedenkt, und da überdies der Komet während seiner Sichtbarkeit jenen Theil der Bahn durcheilte, in dem die wahre Anomalie nahezu 90° beträgt, wo man bekanntlich über den Charakter der Bahn kein sicheres Urtheil fällen kann, so hielt ich eine Bestimmung der Excentricität für zwecklos. Sollten übrigens wider Erwarten noch Beobachtungen aus der zweiten Sichtbarkeitsperiode des Kometen bekannt werden, so will ich die Bahn verbessern, auch genauer in Bezug auf ihre Excentricität untersuchen und dabei die Störungen mit in Rechnung ziehen.

XVIII. SITZUNG VOM 26. JUNI 1873.

Herr Dr. K. Heitzmann legt eine Abhandlung: „Über die Lebens-Phasen des Protoplasmas“ vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXVI, Sess. 4ª. Roma, 1873; 4º.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 18. Wien, 1873; 8º.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1945. (Bd. 82. 1.) Kiel, 1873; 4º.

Buffalo Society of Natural Sciences: Bulletin. Vol. I. Nr. 1. Buffalo, 1873; 8º.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVI, Nr. 23. Paris, 1873; 4º.

Gesellschaft der Wissenschaften, Königl. böhmische: Abhandlungen vom Jahre 1871—1872, VI. Folge. V. Band. Prag, 1872; 4º. — Sitzungsberichte. Jahrgang 1871; Jahrgang 1872, Januar—Juni. Prag; 8º. — Základy starého místopisu Pražského. Oddíl III, IV, V. W Praze, 1872; 4º. *Regesta diplomatica nec non epistolaria Bohemiae et Moraviae. Pars II. Vol. 1 & 2. Pragae, 1872;* 4º.

— Deutsche geologische: Zeitschrift. XXIV. Band, 4. Heft; XXV. Band, 1. Heft. Berlin, 1871 & 1873; 8º.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Band, Nr. 12. Wien, 1873; 4º.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrg. Nr. 25. Wien, 1873; 4º.

Horsford, E. N., Address at the Morse Memorial Meeting in Faneuil Hall, April 16, 1872. Boston, 1872; 8º.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie & verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XXXIX, Heft 4. Speyer, 1873; 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band VII, 4. Heft. Leipzig, 1873; 8°.

Lipschitz, R., Extrait de six mémoires publiés dans le Journal de mathématique de Borchardt. Paris; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873, Heft VI. Gotha; 4°.

Moniteur scientifique du Dr. Quesneville. 17° Année, 3° Série. Tome III. 378° Livraison. Paris, 1873; 4°.

Nature. Nr. 190, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Pettenkofer, Max von. Über Nahrungsmittel im Allgemeinen und über den Werth des Fleischextractes als Bestandtheil der menschlichen Nahrung insbesondere. Braunschweig, 1873; 8°.

Redtenbacher, Anton, Die Cephalopodenfauna der Gosauschichten in den nordöstlichen Alpen. (Abhlgn. der k. k. geolog. Reichsanstalt. Bd. V, Heft Nr. 5.) Wien, 1873; Folio.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". II° Année, 2° Série, Nr. 51. Paris, 1873; 4°.

Scacchi, Arcangelo, Note mineralogiche. Memoria prima. Napoli, 1873; 4°.

Société Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XVII° Année, Nr. 2. Constantinople, 1873; 4°.

Strohecker, J. Rud., Über die Krystallisation des Wassers. (Aus „Die Natur" Jahrg. 1873, Nr. 10—12.) 4°.

Tommasi, D., Sur les dérivés acides de la naphtylamine. Paris; 4°.

Verein, naturwissenschaftlicher, in Hamburg: Abhandlungen. V. Band. 3. Abth. Hamburg, 1872; 4°. — Übersicht der Ämtervertheilung und wissenschaftl. Thätigkeit des Vereins im Jahre 1871. 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 25. Wien, 1873; 4°.

Woldřich, J., Geologischer Bericht über den Brüxer Schädel etc. Wien, 1873; 8°.

Wolf, Rudolf, Astronom. Mittheilungen. XXXIII. März 1873; 8°.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXVIII. Band.

ZWEITE ABTHEILUNG.

7.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Mechanik, Meteorologie und Astronomie.

XIX. SITZUNG VOM 10. JULI 1873.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Die Atakamit-Krystalle aus Süd-Australien", vom Herrn Oberbergrathe und Prof. Dr. V. R. v. Zepharovich.

„Ursachen des Erdbebens", vom Herrn Jos. Kregau, Diurnist beim Landesausschusse in Görz.

Herr Regierungsrath Dr. K. v. Littrow berichtet über eine neuerliche, durch Herrn W. Tempel in Mailand am 3. Juli d. J. gemachte Entdeckung eines teleskopischen Kometen.

Herr Oskar Simony, stud. phil., macht eine vorläufige, für den Anzeiger bestimmte Mittheilung über eine neue Moleculartheorie unter Voraussetzung Einer Materie und Eines Kraftprincipes.

Herr Prof. Dr. Jos. Boehm legt eine Abhandlung: „Über das Keimen von Samen in reinem Sauerstoffgase" vor.

Herr Dr. Karl Heitzmann überreicht eine Abhandlung: „Über die Entwickelung der Beinhaut, des Knochens und des Knorpels."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg: Mémoires. VIIe Série, Tome XIX, Nrs. 3—7. St. Pétersbourg, 1873; 4⁰.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Februar 1873. (Nr. 1.) Berlin; 8⁰.

Annalen der Chemie & Pharmacie, von Wöhler, Liebig, Kopp, Erlenmeyer & Volhard. N. R. Band XCI, Heft 1—3. Leipzig & Heidelberg, 1873; 8⁰.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 19. Wien, 1873; 8⁰.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1946—1948 (Bd. 82. 2—4). Kiel, 1873; 4°.

Comitato, R., geologico d'Italia: Bollettino. Anno 1873, Nr. 5 & 6. Firenze; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVI. Nrs. 24—25. Paris, 1873; 4°.

Gesellschaft der Wissenschaften, k. böhm. in Prag: Sitzungsberichte. 1873, Nr. 3. Prag; 8°.

— geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XVI (neuer Folge VI). Nr. 6. Wien, 1873; 8°.

— Oberhessische, für Natur- und Heilkunde: XIV. Bericht. Giessen, 1873; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang. Nr. 26—27. Wien, 1873; 4°.

Hamburg, Stadtbibliothek: Gelegenheitsschriften. 1872 & 1873. 4°.

Institution, The Royal, of Great Britain: Proceedings. Vol. VI, Parts 5—6. London, 1872; 8°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Memorie. Vol. XVII°, Parte 3ª. Venezia, 1873; 4°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie etc., von Alex. Naumann. Für 1870. 3. Heft. Giessen, 1873; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 13. Graz, 1873; 4°.

Löwen, Universität: *Annales Academiae Lovaniensis*. 1817—1826 (10 Bände). 4°. — Annuaire. 1872. XXXVIᵉ Année. Louvain; 12°. — Choix de Mémoires de la Société littéraire. XI. Louvain, 1872; 8°. — Revue catholique. Tomes VII & VIII. Louvain, 1872; 8°. — Theses. 8°.

Mittheilungen des k. k. techn. & administr. Militär-Comité. Jahrgang 1873, 4. Heft. Wien, 1873; 8°.

Museum, Geological, Calcutta: *Palaeontologia Indica*. Vol. IV, 1—2. Calcutta, 1872; 4°. — Memoirs in 8°. Vol. VIII, Parts 1 & 2; Vol. IX, Parts 1 & 2. — Records. Vol. V, Parts 1—4. 1872. Calcutta; kl. 4°.

Nature. Nrs. 191—192, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Naturforscher-Verein zu Riga: Correspondenzblatt. XIX. Jahrgang. Riga, 1872; 8°. — Die Bildung des Knochengewebes. Festschrift, von Ludwig Stieda. Leipzig, 1872; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bollettino meteorologico. Vol. VIII, Nr. 3. Torino, 1873; 4°.

Programm des k. k. Gymnasiums zu Meran. 1872/73. Meran, 1873; 8°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatschrift für Forstwesen. XXIII. Band. Jahrgang 1873. Jänner—Juni-Heft. Wien; 8°.

Repertorium für Experimental-Physik etc., von Ph. Carl. IX. Band, 2. Heft. München, 1873; 8°.

„Revue politique et littéraire“, et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. IIe Année, 2e Série, Nr. 52; IIIe Année, 2e Série. Nr. 1. Paris, 1873; 4°.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XIXe, Revue bibliogr. E. Paris; 8°.

— Entomologique de France: Annales. IVe Série. Tome X^e, Partie supplémentaire. 2e & 3e Cahiers; Ve Série. Tome IIe. Paris, 1872; 8°.

— Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Tome XLVI, Année 1873, Nr. 1. Moscou; 8°.

Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg: Naturwissenschaftliche Jahreshefte. XXIX. Jahrgang, 1—3. Heft. Stuttgart, 1873; 8°.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftliche Veterinärkunde. XXXIX. Band, 2. Heft. Wien, 1873; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 26—27. Wien, 1873; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang, 8. Heft. Wien, 1873; 4°.

XX. SITZUNG VOM 17. JULI 1873.

Herr Prof. Dr. Camil Heller in Innsbruck dankt für die ihm zum Zwecke der Untersuchung der Tunicaten des Adriatischen Meeres gewährte Subvention von 300 fl.

Herr Dr. L. J. Fitzinger überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Die Gattungen der europäischen Cyprinen nach ihren äusseren Merkmalen."

Herr Prof. Dr. Jos. Boehm legt eine Abhandlung: „Über den Einfluss der Kohlensäure auf das Ergrünen und Wachsthum der Pflanzen" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften und Künste, Südslavische: Rad. Knjiga XXIII. U Zagrebu, 1873; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt.) 11. Jahrgang, Nr. 20. Wien, 1873; 8°.

Arbeiten des kais. botanischen Gartens zu St. Petersburg. Band I, Lieferung 2; Band II, Lieferung 1. Petersburg. 1872 & 1873; 8°.

Bardot, Ad., Base d'une théorie générale des parallèles sans postulatum. Paris, 1873; 8°.

Centralbureau für die Europäische Gradmessung: General-Bericht für das Jahr 1872. Berlin, 1873; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVI, Nr. 26. Paris, 1873; 4°.

Dalton, Edward Tuite, Descriptive Ethnology of Bengal. Calcutta, 1872; 4°.

Evans, F. J., Elementares Handbuch über die Deviationen des Compasses mit besonderer Rücksichtnahme auf Eisenschiffe. Wien, 1873; 8°.

Gesellschaft, gelehrte estnische, zu Dorpat: Verhandlungen. VII. Band, 3. & 4. Heft. Dorpat, 1873; 8⁰. — Sitzungsberichte. 1872. Dorpat, 1873; 8⁰.

— österr. für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Band, Nr. 13. Wien, 1873; 4⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 28. Wien, 1873; 4⁰.

Instituut, k., voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch Indië: Bijdragen. III. Volgreeks. VII. Deel, 3ᵉ en 4ᵉ Stuk. 's Gravenhage, 1873; 8⁰.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 14. Graz. 1873; 4⁰.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1873, Nr. 10. Wien; 8⁰.

Matković, Peter, Kroatien-Slavonien nach seinen physischen und geistigen Verhältnissen. Denkschrift zur Wiener Weltausstellung 1873. Agram, 1873; 8⁰.

Moniteur scientifique du Dᵗᵉᵘʳ Quesneville. 3ᵉ Série, Tome III, 379ᵉ Livraison. Paris, 1873; 4⁰.

Nature. Nr. 193, Vol. VIII. London, 1873; 4⁰.

Paić, Moses, Neueste, leichtfassliche Veranschaulichungsmittel für die mathematische Geographie etc. Wien, 1873; 8⁰.

Plantamour, E., Observations faites dans les stations astronomiques suisses. Genève, Bale, Lyon, 1873; 4⁰. — Résumé météorologique de l'année 1872 pour Genève et le Grand Saint-Bernard. Genève, 1873; 8⁰.

Protocoll über die Verhandlungen der XLIX. General-Versammlung der Actionäre der a. pr. Kaiser Ferdinands-Nordbahn. Wien, 1873; 4⁰.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1873, Nr. 9. Wien; 4⁰.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatschrift für Forstwesen. XXIII. Band, Jahrgang 1873. Juli-Heft. Wien; 8⁰.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". IIIᵉ Année, 2ᵉ Série, Nr. 2. Paris, 1873; 4⁰.

Schrauf, Albrecht, Atlas der Krystallformen des Mineralreiches. IV. Lieferung. Wien, 1873; 4⁰.

Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux: Mémoires. Tome IX, 1[er] Cahier. Paris & Bordeaux, 1873; 8°.

— Linnéenne du Nord de la France: Bulletin mensuel. Nrs. 5—9. November 1872—Mars 1873. Amiens; 8°.

Society, The Asiatic, of Bengal: Journal 1872. Part I, Nrs. 3 & 4; Part II, Nr. 14. Calcutta; 8°. — Proceedings. 1872, Nr. X; 1873, Nr. I. Calcutta; 8°. — *Bibliotheca Indica*. New Series, Nrs. 272 & 273. Calcutta, 1873; 8°.

— The Royal Geographical, of London: Proceedings. Vol. XVII, Nr. 2. London, 1873; 8°.

Verein, k. ungar. naturwissenschaftlicher: Közlöny. IV. Kötet, 29—40ik füzet. Pest, 1872; kl. 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 28. Wien, 1873; 4°.

Ziegelfabriks- und Bau-Gesellschaft, Die Wienerberger, zur Zeit der Wiener Weltausstellung 1873. Wien, 1873; gr. 8°.

Experimental-Untersuchung über die elektrostatische Fernwirkung dielektrischer Körper.

Von Dr. **Ludwig Boltzmann** in Wien.

(Mit 2 Tafeln.)

I.

Faraday entdeckte bekanntlich, dass ein Condensator, wenn man zwischen die beiden Platten desselben, ohne deren Gestalt und Distanz zu verändern, statt der Luft eine andere isolirende Zwischenschicht dazwischenbringt, bedeutend mehr Elektricität aufnimmt, wenn in beiden Fällen die eine Platte mit Elektricität von derselben Spannung (demselben Potentiale) geladen wird, während die andere zur Erde abgeleitet ist. Den Quotienten der Elektricitätsmenge, welche die nicht abgeleitete Platte aufnahm, als Luft dazwischen war, in die, welche sie jetzt aufnimmt, nennt man die specifische inductive Capacität oder kürzer „die Dielektricitätsconstante" des Isolators[1]. Dieses von Faraday entdeckte Phänomen erklärt man sich zumeist dadurch, dass man annimmt, in einem vollkommenen Isolator können die elektrischen Fluida keine endlichen Wege zurücklegen, wohl aber wird durch die elektrischen Kräfte innerhalb jedes kleinsten Theiles (Moleküls) desselben die positive Elektricität nach der einen, die negative nach der andern Seite getrieben, gerade so, wie man sich vorstellt, dass in den

[1] Vorausgesetzt ist hiebei, dass der Raum zwischen den Condensatorplatten ganz mit jener isolirenden Substanz erfüllt wurde und dass die Distanz der Condensatorplatten so klein ist, dass die an den Zuleitungsdrähten, am Rande der Condensatorplatten etc. aufgehäufte Elektricität gegen die an den vis à vis stehenden Flächen befindliche verschwindet.

Molekülen des weichen Eisens durch magnetische Kräfte die magnetischen Fluida getrennt werden. Man nennt den Zustand, in den der Isolator hiedurch versetzt wird, die „dielektrische Polarisation" desselben. Die durch die dielektrische Polarisation erzeugten Phänomene unterscheiden sich total von den durch Spuren von Leitung hervorgerufenen. Denn erstens kann die dielektrische Polarisation nie einen elektrischen Strom durch oder über den Körper hervorrufen, sondern sobald die Moleküle vollständig dielektrisch polarisirt sind, hört jede Elektricitätsbewegung auf. Zweitens tritt die dielektrische Polarisation (wenigstens beim Schwefel) unmessbare Zeit nach dem Beginne der Wirksamkeit der elektrischen Kräfte auf und ändert dann ihre Intensität, wenn die Kräfte constant bleiben, nicht weiter, während die durch unvollkommene Leitung bewirkten Phänomene erst einige Zeit nach dem Beginne der Wirksamkeit der Kräfte auftreten und mit wachsender Zeit an Intensität zunehmen [1]. Wenn nun diese Hypothese richtig ist, dass in den Molekülen der Isolatoren durch elektrische Kräfte die positive Elektricität nach der einen, die negative nach der andern Seite verschoben wird (welche übrigens genau dieselben Resultate liefert, wie die Hypothese, dass die Moleküle der Isolatoren schon ursprünglich polarelektrisch sind und durch die elektrischen Kräfte nur gerichtet werden), so muss ein ursprünglich unelektrischer isolirender Körper, den man in die Nähe eines mit Elektricität geladenen Körpers bringt, von dem letzteren angezogen werden und zwar blos vermöge dieser dielektrischen Polarisation der Moleküle, ganz ohne dass sich durch Leitung die

[1] Bei anderen Isolatoren nimmt auch die dielektrische Polarisation mit der Zeit der Einwirkung zu, was Faraday „elektrische Absorption" nennt; ich möchte es lieber „dielektrische Nachwirkung" nennen wegen der Ähnlichkeit mit der elastischen Nachwirkung. Obwohl bei unvollkommener Leitung das Gesetz der Veränderlichkeit der Elektrisirung mit der Zeit ein ganz anderes ist, so ist dann doch die dielektrische Polarisation schwerer von unvollkommener Leitung zu unterscheiden, nur durch die erste im Texte genannte Eigenthümlichkeit ist die dielektrische Polarisation characterisirt, dass nach einiger, wenn auch längerer Zeit die Moleküle vollständig dielektrisch polarisirt sind und dann jede Elektricitätsbewegung aufhört, wenn auch der Isolator mit zwei Leitern von verschiedenem elektrischen Potentiale in Verbindung steht.

Elektricitäten auf dem Isolator fortbewegen, gerade so wie ein Stück weichen Eisens durch einen Magneten angezogen wird. Ich will dieses Phänomen kurz die „dielektrische Fernwirkung“ nennen[1].

Die in dieser Abhandlung zu beschreibenden Versuche hatten nun den Zweck, den experimentellen Nachweis zu liefern, dass dieses als dielektrische Fernwirkung bezeichnete Phänomen in der That stattfindet, sowie dasselbe quantitativ zu bestimmen. Ich befestigte zu diesem Zwecke Kugeln aus verschiedenen isolirenden Substanzen an den einen Hebelarm einer sehr empfindlichen Drehwage und mass die Anziehung, welche sie durch eine in die Nähe gebrachte elektrische Metallkugel erfuhren (die ich immer die „wirkende Metallkugel“ nennen werde). Am schlagendsten waren die mit Schwefelkugeln angestellten Versuche.

Ob nämlich die wirkende Metallkugel während des ganzen über eine Minute dauernden Versuches immer positiv oder immer negativ oder abwechselnd $1/_{200}$ Secunde positiv, das nächste 200tel Secunde negativ, dann wieder $1/_{200}$ Secunde positiv geladen wurde u. s. w., sobald nur die Mengen der positiven und negativen Elektricität bei der dauernden und bei der alternirenden Ladung jedesmal dieselben waren, wurde die Schwefelkugel jedesmal genau gleich stark angezogen, was ein deutlicher Beweis war, dass die Anziehung nur von einer momentan sich herstellenden dielektrischen Polarisation der Moleküle, nicht aber daher rühren konnte, dass sich die Kugeln, weil sie Spuren von Leitungsvermögen besassen, durch Influenz luden, denn im letzteren Falle hätte die Anziehung bei der alternirenden Ladung vielmal kleiner als bei der dauernden sein müssen. Um die Intensität der Kraft, mit welcher die Schwefelkugel angezogen wurde, in absolutem Masse zu bestimmen, wäre es ein wenig empfehlenswerther Weg gewesen, diese Kraft direct durch lauter absolute Einheiten zu bestimmen. Weit besser war da folgender Weg. Ich wählte die Schwefelkugel so klein, dass man annehmen

---

[1] Dass diese dielektrische Fernwirkung stattfinden muss, lässt sich übrigens auch ohne jede Hypothese über das Wesen der Dielektricität aus den Faraday'schen Entdeckungen über die specifische inductive Capacität mittelst des Princips der Erhaltung der Kraft nachweisen.

6*

konnte, sie befinde sich in einem homogenen elektrischen Felde; und nun hing ich an ihre Stelle eine genau gleich grosse und gleich schwere mit Staniol überzogene Schwefelkugel, die ich kurz die „Staniolkugel" nennen will. Dieselbe war ursprünglich unelektrisch. Wurde sie in die Nähe der elektrischen Kugel gebracht, welche ich die wirkende nannte, so wurde sie durch Influenz elektrisch und daher ebenfalls von der wirkenden Kugel angezogen. Ich bestimmte nun blos das Verhältniss der Anziehung der Schwefelkugel zu der, welche die Staniolkugel unter genau denselben Umständen erfuhr. Da die letztere Anziehung ohne Schwierigkeit theoretisch bestimmt werden kann, so war damit auch die Anziehung der Schwefelkugel in einem von den speciellen Dimensionen des Apparates völlig unabhängigem Masse bestimmt. Es zeigte sich, dass die Anziehung der Schwefelkugel zu der einer gleich grossen leitenden isolirten, ursprünglich unelektrischen, die sich unter denselben Umständen befand und also blos durch Influenz elektrisirt wurde, nahezu wie 1 zu 2 verhält. Es lässt sich aus diesem Verhältnisse, wie ich später zeigen werde, ebenfalls die Dielektricitätsconstante des Schwefels bestimmen (gerade so, wie aus der Anziehung einer Eisenkugel deren Magnetisirungsconstante), und zwar steht die hieraus erhaltene in guter Übereinstimmung mit der von mir aus Condensatorversuchen erhaltenen Dielectricitätsconstante des Schwefels. Bei allen anderen von mir untersuchten Isolatoren gestalten sich die Verhältnisse wegen der bereits erwähnten dielektrischen Nachwirkung etwas complicirter. Ich schreite nun zur detaillirten Beschreibung meiner Versuche.

§. 1. Vorversuche.

Der erste von mir zu diesem Zwecke zusammengestellte Apparat ist in Fig. 1, Taf. I, dargestellt. An zwei etwa 2 Meter langen Coconfäden hingen zwei Kugeln von etwa 7 Mm. Durchmesser, die eine aus reinem Schwefel, die andere gleich gross und gleich schwer, aber mit Staniol überzogen. Die Distanz der Centra beider Kugeln betrug etwa 90 Mm. Möglichst genau in der Mitte zwischen beiden befand sich eine fixe Metallkugel (die wirkende Metallkugel) von 26 Mm. Durchmesser, von der ein isolirter Draht wegführte, der bald mit einer geladenen Leydnerflasche,

bald mit der Erde leitend verbunden werden konnte, wodurch die wirkende Kugel geladen und wieder entladen wurde. Wurde die wirkende Kugel geladen, so zog sie beide pendelnden Kugeln etwas näher heran, wurde sie wieder entladen, so entfernten sich wieder beide. Um wie viel sich beide Kugeln heranbewegt hatten, wurde dadurch gemessen, dass hinter beiden Coconfäden etwas oberhalb der Kugeln eine Millimeterscala aufgestellt war. Durch zwei Fernröhre, welche auf beide Coconfäden visirten, sah man dieselben vor der Skala auf- und abpendeln; und es wurden immer, sowohl wenn die wirkende Kugel geladen, als auch wenn sie ungeladen war, die Theilstriche abgelesen, bei denen die Coconfäden rechts und links umkehrten (ich will dieselbe im Folgenden kurz die Umkehrpunkte nennen). Zehntel von Theilstrichen wurden geschätzt. Hiedurch konnte bestimmt werden, um wie viel die beiden pendelnden Kugeln herangezogen wurden, wenn man die wirkende Kugel lud; und zwar verfuhr ich da folgendermassen:

Es wurde zuerst, während die wirkende Kugel unelektrisch war, in beiden Fernröhren aufs genaueste bestimmt, mit welchem Theilstriche die Coconfäden coincidirten. Dieser Theilstrich soll Ruhelage heissen; er ist in der folgenden Tabelle immer in der ersten Zeile angeführt und ist ihm links das Zeichen *R* beigefügt. Dann wurde der zur wirkenden Kugel führende Draht mit der inneren Belegung einer geladenen, auf einen Isolirschemel stehenden Leidnerflasche verbunden, deren äussere Belegung gleichzeitig mit der Erde verbunden wurde. Dadurch wurde die wirkende Kugel geladen und beide beweglichen Kugeln geriethen in Schwingungen. Es wurden jetzt zwei sich folgende Umkehrpunkte abgelesen, welche in den folgenden Tabellen in der zweiten und dritten Zeile stehen; links ist ihnen das Zeichen der wirkenden Elektricität beigefügt. Da die Dämpfung der Pendelbewegung klein war, so ist das arithmetische Mittel beider der Theilstrich, welchen der Coconfaden decken würde, wenn die daran befestigte Kugel unter dem Einflusse der Elektricität der wirkenden Kugel in Ruhe wäre. Möglichst rasch nach dem Momente, wo die pendelnden Kugeln das zweite Mal umkehrten, wurde die wirkende Kugel mit der äusseren Belegung der Flasche verbunden und jetzt die innere zur Erde abgeleitet, so dass also

jetzt die wirkende Kugel nahe gleich stark, aber mit der entgegengesetzten Elektricität geladen war. Jetzt wurden vier sich folgende Umkehrpunkte abgelesen. Aus dem ersten und zweiten, sowie aus dem dritten und vierten dieser vier Umkehrpunkte wurde wieder der Theilstrich berechnet, um welchen der Faden während der Einwirkung der Elektricität schwang. Dann wurde die Ladung der wirkenden Kugel in derselben Weise wieder in die entgegengesetzte verwandelt und wieder vier sich folgende Umkehrpunkte notirt u. s. w. Subtrahirt man von dem Theilstriche, um die der Coconfaden schwang, während die wirkende Kugel elektrisch war, denjenigen, den er vor Beginn der Versuche gedeckt hatte, so erhält man die Anzahl der Theilstriche, um welche der Coconfaden durch die Einwirkung der Elektricität verschoben wurde und welche ich die Ablenkung der betreffenden Kugel nennen will. Die aus je zwei Umkehrpunkten berechneten Ablenkungen sind in den folgenden Tabellen immer zwischen den beiden Umkehrpunkten, aus denen sie berechnet wurden, angemerkt. Da die Ladung der Flasche immer abnahm, so mussten natürlich auch die Ablenkungen bei jeder Versuchsreihe immer abnehmen. Da die Ablenkungen sehr klein waren, so musste die Kraft, mit welcher irgend eine der pendelnden Kugeln angezogen wurde, der Ablenkung derselben proportional sein. Zum Schlusse überzeugte man sich, so gut es ging, dass, wenn die wirkende Kugel wieder zur Erde abgeleitet wurde, die Coconfäden in die alte Ruhelage einspielten. Versuchsreihen, wo dies nicht der Fall war, wurden verworfen. Es zeigte sich jedoch bald, dass mittelst dieses Apparates keine grosse Genauigkeit zu erzielen war; denn erstens waren die Ablenkungen meist nicht viel grösser als ein Theilstrich und ist die genaue Bestimmung einer so kleinen Grösse schwierig. Zweitens war es sehr schwierig, die wirkende Kugel absolut in die Mitte zwischen die beiden pendelnden zu bringen, und modificirt ein kleiner Fehler hierin, wie wir sehen werden, schon das Verhältniss der beiden Anziehungen bedeutend. Drittens störten Luftströmungen die Bewegungen der Kugeln. Viertens isolirten die Coconfäden nicht hinreichend. Fünftens wichen die hiebei angewandten Kugeln, da ich sie in einer ganz rohen Kugelform gegossen hatte, erheblich von der Kugelgestalt ab. Die folgenden Tabellen geben als

Muster vier mit zwei verschiedenen Schwefelkugeln angestellte Beobachtungsreihen. Die wirkende Kugel wurde zu Beginn jeder Beobachtungsreihe neu in die Mitte gestellt. Zum Schlusse ist immer das Verhältniss der mittleren Ablenkungen der Schwefelkugel und Staniolkugel beigefügt, was also zugleich das Verhältniss der Anziehungen darstellt, welche beide Kugeln erfuhren.

Erste Schwefelkugel.

Schwefelkugel		Staniolkugel	
R 58		*R* 36	
+56 +57·8	1·1	+32·5 +36	1·75
—57 57·4	0·8	—32·2 —35·8	2·0
56·6 —58	0·7	—32·2 —36·2	1·8
+56·2 57·8	1·0	+34 35	1·5
56·8 +57·5	0·85	33·9 +35·2	1·45
—57 58	0·5	—33 36	1·5
57 —57·8	0·6	33 —36	1·5
+56·8 57·4	0·9	+34 36	1·0
56·8 +57·8	0·7	33·2 +36·6	1·1
Mittl. Ablenk....	0·794	Mittl. Ablenk...	1·51

$$\frac{\text{Anzieh. der Staniolk.}}{\text{Anzieh. d. Schwefelk.}} = 1\cdot 90$$

Schwefelkugel		Staniolkugel	
R 58		*R* 36	
+57	0·5	+33·5	1·25
+58		+36	
—57	0·5	—33·2	1·35
58		36·1	
57	0·5	34·4	1·0
58		—35·6	
+57·1	0·5	+34·1	1·0
57·9		35·9	
57·2	0·4	34·1	1·05
+58		+35·8	
—57	0·5	—34	1·0
—58		36	
—57·1	0·5	34·8	0·8
—57·9		—35·6	
+57·2	0·4	+34	0·95
58		36·1	
57·2	0·4	34·6	0·8
+58		+35·8	
Mittl. Ablenk....	0·467	Mittl. Ablenk....	1·02

$$\frac{\text{Anzieh. der Staniolk.}}{\text{Anzieh. d. Schwefelk.}} = 2 \cdot 19$$

Zweite Schwefelkugel.

Schwefelkugel		Staniolkugel	
R 46		*R* 47	
+44·5	0·8	+44	1·6
+45·9		+46·8	
—44·8	0·6	—44	1·6
46		46·8	
44·8	0·5	44·5	1·05
—46·2		—47·4	
+44·2	0·9	+44	1·5
46		47	
44·5	0·85	43·8	1·3
+45·8		+47·6	

Schwefelkugel		Staniolkugel	
R 46		*R* 47	
—45·3	0·5	—44·2	1·15
45·7		47·5	
45·3	0·5	45·2	0·9
—45·7		—47	
+44·8	0·75	+44·4	1·3
45·7		47	
44·8	0·6	44·5	1·25
+46		+47	
Mittl. Ablenk...	0·667	Mittl. Ablenk...	1·32

$$\frac{\text{Anzieh. der Staniolk.}}{\text{Anzieh. d. Schwefelk.}} = 1·98$$

+44·2	1·5	+41	2·5
+46·8		+46	
46·5	0·35	—41·8	1·1
46·8		48	
45·9	0·55	43	1·1
—47		—46·8	
+44·9	1·05	+41	2·6
47		46	
45·2	1·1	42	2·4
+46·6		+45·2	
—45·9	0·45	—43·8	0·85
47·2		46·5	
45·8	0·5	45	0·5
—47·2		—46	
+45	1·0	+43	2
47		45	
44·8	1·0	41·5	2
+47·2		+46·5	
tl. Ablenk...	0·833	Mittl. Ablenk...	1·67

$$\frac{\text{Anzieh. der Staniolk.}}{\text{Anzieh. d. Schwefelk.}} = 2·00$$

Dass die wirkende Kugel abwechselnd positiv und negativ geladen wurde, geschah, damit durch eine etwa auf den pendelnden Kugeln vorhandene Ladung kein Fehler im Resultat herbeigeführt werde. Meist wurden die pendelnden Kugeln bei positiver und negativer Ladung gleich stark angezogen, was also ein Beweis ist, dass sie ursprünglich nicht elektrisch waren. Ein Beispiel des Gegentheils ist die letzte mit der zweiten Schwefelkugel angestellte Beobachtungsreihe, welche angestellt wurde, nachdem soeben lange mit den beiden Kugeln experimentirt worden war. Bei dieser Versuchsreihe wurden beide Kugeln von der positiven Elektricität viel stärker angezogen als von der negativen; beide waren also negativ geladen. Da ich jedoch abwechselnd bald positive, bald negative Elektricität wirken liess, so musste das Mittel aller Anziehungen, welche jede der pendelnden Kugeln erfuhr, gerade so gross ausfallen, als ob dieselbe unelektrisch gewesen wäre, da sich die Wirkung auf die in der pendelnden Kugel vorhandene Ladung offenbar zu der, welche in Folge der Influenz stattfindet, einfach addirt. Ich machte ausser den oben mitgetheilten Beobachtungsreihen noch zahlreiche andere, welche in ganz ähnlicher Weise verliefen. Aus denselben ergaben sich für die durch die Anziehung der Schwefelkugel dividirte Anziehung der Staniolkugel folgende Werthe: 2·19, 2·03, 2·28, 3·20, 2·72, 1·74, 3·40, 1·80, 1·90, 2·07, 1·70, 1·50, 1·72, 1·91. Es zeigt sich zwar schon aus diesen Zahlen, dass die Schwefelkugel etwa $\frac{1}{2}$mal so stark als eine gleich grosse und gleich schwere, unter denselben Verhältnissen befindliche mit Staniol überzogene Kugel angezogen wird; doch stimmen die verschiedenen Versuche so wenig untereinander überein, dass ein sicherer Schluss aus denselben nicht gezogen werden kann. Einige Versuche mit Paraffinkugeln zeigten noch weniger Übereinstimmung. Obwohl nun auch dieser Apparat wohl noch einiger Verbesserungen fähig gewesen wäre, so beschloss ich doch, ihn ganz zu verlassen und construirte einen ganz anderen, zu viel genaueren Messungen geeigneten, in welchem die zu untersuchende Kugel an einer Drehwage befestiget war und zu dessen Beschreibung ich jetzt schreiten will. Mit diesem zweiten Apparate stellte ich zwei Reihen von Versuchen an. Bei der ersten in den Herbstferien 1872 angestellten wurde die

wirkende Kugel dauernd (immer durch mehrere Secunden mit der gleichnamigen Electricität) geladen. Bei der zweiten, im Winter 1873 ausgeführten dagegen wurde die wirkende Kugel rasch alternirend bald positiv bald negativ geladen. Die erste Anregung zur Idee, alternirende Ladungen anzuwenden, die sich später als so fruchtbar erwies, verdanke ich einer brieflichen Mittheilung des Herrn Geheimrathes Helmholtz, dem ich vorher die im Herbste 1872 angestellten Versuche und deren Resultat in einem Briefe beschrieben hatte.

Definitive Versuche.

§. 2. Beschreibung der ersten Drehwage.

Die Drehwage, welche die zu untersuchende isolirende Kugel trug, ist in Fig. 2, Taf. I, in $^1/_3$ der natürlichen Grösse abgebildet. Nur sind die Drähte deutlichkeitshalber dicker gezeichnet. In Natur war der Draht *CD* etwa $^1/_4$ Mm., der Draht *EFGH* etwa 1 Mm. dick. Ein Coconfaden, an dessen beiden Enden *A* und *B* sich Schlingen befanden, mittelst deren er an einem von einem Träger getragenen Kupferdrahte herabhing, war um einen Kupferdrahthaken *CD* geschlungen, der einen geradlinigen horizontalen Hebel *EF* aus Kupferdraht trug. Damit letzterer nicht gleite, war auf die Berührungspunkte des Hakens mit dem Hebel ein wenig Wachs geträufelt. An dem einem Ende *E* des Hebels war mit Siegellack ein ebener Spiegel *S* angekittet, der zur Spiegelablesung und gleichzeitig zur Äquilibrirung des Hebels diente. Das andere Ende *F* des Hebels endete in ein Stück *FGH*, das ebenfalls horizontal aber senkrecht auf *EF* stand. An den beiden Enden *G* und *H* dieses Stückes waren die zwei Enden eines Coconfadens *GKH* befestigt, in welchen bei *K* die zu untersuchende Kugel *L*, die zu diesem Zwecke mit einem dünnen Schellakhäkchen versehen war, eingehängt wurde. Der ganze Hebel war natürlich so äquilibrirt, dass er, wenn die Schwefelkugel eingehängt war, in der gewünschten Lage frei schwebte. Nahe der Kugel *L* war die wirkende Kugel *M* fix aufgestellt und zwar so, dass die Centrilinie der beiden Kugeln *L* und *M* horizontal in der Ebene des Coconfadens *GKH* lag. Der zur wirken-

den Kugel führende Zuleitungsdraht *N* hatte ebenfalls diese Richtung. Wiewohl bei meinen in Berlin angestellten Condensatorversuchen die Coconfäden sich als vortreffliche Isolatoren erwiesen hatten, so zeigte sich doch, dass hier der Coconfaden *GKH* nicht genügend isolirte, sei es, dass er von minder guter Beschaffenheit als der Berliner Faden war oder dass er im Sommer Feuchtigkeit anzog. Ich ersetzte ihn daher durch einen gleichgestalteten bei *K* gebogenen $^1/_4$—$^1/_2$ Mm. dicken Schellakfaden. Dies hatte noch den Vortheil, dass sich die Kugel *L* immer an dieselbe Stelle, nämlich in den Bug des Schellakfadens, hängen musste. Damit die der wirkenden Kugel mitgetheilte Elektricität nur auf die Kugel *L* nicht auch auf die übrigen Bestandtheile der Drehwage wirke, befanden sich die in der Figur mit dem punktirten Rechtecke umschlossenen Theile der Drehwage in einer mit den nöthigen Ausschnitten versehenen Schachtel aus Goldpapier. Bei den im Sommer 1872 angestellten Versuchen war der Spiegel noch in einer zweiten enganschliessenden Schachtel eingeschlossen, die sich in der Goldpapierschachtel befand und die ebenfalls vorn eine Glaswand und passende Ausschnitte hatte. Dieselbe sollte vermittelst der Luftreibung die Dämpfung der Schwingungen vergrössern und den Spiegel gegen Luftströmungen schützen; doch wurde sie später ganz weggelassen, da eine so grosse Dämpfung eher schädlich als nützlich war. Um bei *K* auch leichtere Kugeln (Paraffin-, Colophoniumkugeln) einhängen zu können, war der Draht *GH* mit dem Haken *O* versehen, in den dann ein entsprechendes Gegengewicht kam, das, weil es sich in der Goldpapierschachtel befand, keine Einwirkung erfuhr. Der Gang der Versuche war nun folgender: Es wurde bei *K* eine unelektrische Schwefelkugel eingehängt und der Stand der Drehwage durch Spiegelablesung bestimmt, während die wirkende Kugel unelektrisch war. Dann wurde der wirkenden Kugel Elektricität mitgetheilt und wieder durch Spiegelablesung bestimmt, um welchen Winkel dabei der Hebelarm der Drehwage gedreht wurde. Dann wurde an die Stelle der Schwefelkugel die gleich grosse und gleich schwere Staniolkugel gehangen und jetzt wieder gemessen, um welchen Winkel die Drehwage sich drehte, wenn der wirkenden Kugel genau dieselbe Elektricitätsmenge mitgetheilt wurde. Damit das Ersetzen der Kugel *L* durch

gleich schwere möglichst leicht geschehen könne, befand sich in der Goldpapierschachtel eine durch die punktirte Linie λ angedeutete Pappdeckelwand, auf die sich der Hebelarm *JE* allsogleich aufstützte, wenn die Kugel *L* entfernt wurde. Damit sich durch Vertauschung der Staniolkugel und Schwefelkugel, selbst wenn beide nicht absolut gleich schwer waren, die Stellung der Drehwage möglichst wenig ändere, war darauf gesehen, dass die Coconfäden, an denen sie hing, keine merkliche Torsion hatten, sowie dass sowohl der Schwerpunkt des Balkens *ESGFH* als auch der Haken *O* in der Ebene *EFK* lagen. Übrigens wurde immer mit besonderer Sorgfalt die Metallkugel genau so schwer, wie die isolirende gemacht, mit der sie verglichen wurde. Um die bei den verschiedenen Versuchen der wirkenden Kugel mitgetheilten Elektricitätsmengen untereinander vergleichen zu können, diente eine zweite ähnliche Drehwage, bei der aber die Kugel *L* aus Metall war und einer zweiten wirkenden Kugel gegenüber stand, die leitend mit der Kugel *M* verbunden war. Dank dieser zweiten Drehwage war es nicht nothwendig, wenn die Staniolkugel eingehängt worden war, der Kugel *M* wieder genau dieselbe Elektricitätsmenge als wenn die Schwefelkugel eingehängt war, mitzutheilen, sondern es genügte, mittelst der zweiten Drehwage die in beiden Fällen mitgetheilten Elektricitätsmengen zu vergleichen.

§. 3. Beschreibung der zweiten Drehwage.

Die zweite Drehwage ist in Fig. 3, Taf. I, in $^1/_4$ der natürlichen Grösse dargestellt. Sie bestand aus einem langen Kupferdraht, welcher an seinen beiden Enden zwei hohle Messingkugeln *P* und *P'* trug. Er war an zwei Coconfäden bifilar aufgehängt und trug einen Spiegel *S'* zur Spiegelablesung. Der eine der beiden Coconfäden war direct um einen fixen Kupferdraht, der andere aber um eine Papierrolle geschlungen, die den fixen Kupferdraht umgab. Durch Verschiebung dieser Papierrolle konnte die Distanz der oberen Enden der Coconfäden und dadurch die Schwingungsdauer der zweiten Drehwage regulirt werden. Sie wurde immer gleich der der ersten Drehwage gemacht. An dem Drehungspunkte *Q* des Wagbalkens *PP'* war ein Platindraht angelöthet, der vertical nach abwärts ging und unten ein in verdünnte Schwefelsäure tauchendes Platinblech trug. Die Schwefelsäure

war durch einen eintauchenden Platindraht leitend mit der Erde verbunden. Der Kugel *P* stand wieder eine fest aufgestellte Metallkugel *R* gegenüber, so dass die Centrilinie *PR* horizontal und senkrecht auf *PP'* war. Die Kugel *P* war also leitend mit der Erde verbunden. Wurde der Kugel *R* Elektricität mitgetheilt, so lud sich die Kugel *P* durch Influenz und wurde von der Kugel *R* angezogen und zwar ist ihre Anziehung dem Quadrate der der Kugel *R* mitgetheilten Elektricitätsmenge proportional. Man hat also so ein Mass der Elektricitätsmenge, welche der Kugel *R*, also auch derjenigen, die der Kugel *M* mitgetheilt wurde, da *M* leitend mit *R* verbunden war und daher die Elektricitätsmenge, die sich auf *M* ansammelte, derjenigen proportional sein musste, die sich auf *R* ansammelte. Es war nicht nothwendig, den Wagbalken der zweiten Drehwage in eine leitende Schachtel einzuschliessen. Es erfuhr dann zwar auch der Wagbalken eine kleine Einwirkung, allein da die Ausschläge der Drehwage immer sehr klein waren, so mussten sie doch nahe den wirkenden Kräften proportional sein; letztere müssen aber, wie man sich leicht überzeugt, den Quadraten der wirkenden Elektricitätsmengen proportional sein.

Ich bemerke noch, dass ich bei den späteren Versuchen mit alternirender Ladung die zweite Drehwage durch eine andere ganz gleich eingerichtete ersetzte, bei der jedoch die Kugel *P* grösser, der Hebelarm *PQ* kürzer war; die Kugel *P'* fehlte ganz; vielmehr war das Gleichgewicht durch die grössere Länge des Hebelarmes *QP'* hergestellt. Ich that dies, weil bei der letztern Drehwage der Ausschlag noch genauer dem Quadrate der wirkenden Elektricitätsmenge proportional ist, wie aus der später zu gebenden Theorie hervorgehen wird. Beide Drehwagen waren auf einem Tische in einer Weise aufgestellt, welche durch Fig. 4, Taf. II, veranschaulicht ist. Die beide wirkenden Kugeln *M* und *R* waren durch einen dicken Kupferdraht verbunden, der an zwei Stellen von isolirenden Stützen getragen wurde, und zwar verwendete ich bei den im Winter angestellten Versuchen mit alternirender Ladung Siegellackstützen, bei den anderen aber Stützen aus gut isolirendem gefirnissten Glase, weil sich im Sommer das Siegellack bog. Um Luftströmungen zu vermeiden, befand sich das Ganze in einem grossen Glaskasten, der nach vorne wegen

Spiegelablesung eine Wand aus gutem Spiegelglase, nach rechts aber wegen des Einhängens der Kugeln eine Thüre hatte. Die Spalten zwischen Kasten und Tisch waren mit Sägespänen bedeckt. Nach vorn stand der Kasten etwas über den Tisch vor und war der Zwischenraum mit Papier, an der Stelle aber, wo der zu den wirkenden Kugeln führende Draht durchging, damit derselbe wohl isolirt sei, mit einigen Stücken Siegellack verklebt. Um die Luft im Kasten trocken zu erhalten, versuchte ich in denselben ein flache Schüssel mit concentrirter Schwefelsäure zu stellen, doch zeigte sich bald, dass dieselbe im Kasten permanente, im höchsten Grade störende Luftströmungen hervorrief. Die Längen der verschiedenenen Bestandtheile sind in Fig. 5, Taf. II, in einem besonderem Schema, in dem der Apparat aus der Vogelperspective betrachtet erscheint, dargestellt. Die beigegebenen Zahlen drücken die Längen in Millimetern aus. Wo zwei Zahlen beigegeben sind, hatte der betreffende Theil bei den späteren mit alternirender Ladung angestellten Versuchen eine andere Länge als bei den früheren, und bezieht sich die zweite eingeklemmte Zahl auf die Versuche mit alternirender Ladung. Den beiden Drehwagen sind auch die nach der gewöhnlichen Gauss'schen Methode bestimmten Trägheitsmomente beigegeben. In Fig. 5 sind die Apparate bequemlichkeitshalber nicht in einer ihrer wirklichen proportionalen Grösse dargestellt. Ein und derselbe Theil ist der leichteren Orientirung wegen in allen Figuren mit demselben Buchstaben bezeichnet. Der Draht *GH* der ersten Drehwage hatte eine Länge von etwa 100 Mm. Die beiden Fernröhre befanden sich von dem Spiegel, auf den sie visirten, in einer Distanz von 2·2 Mtr. und visirten beide auf eine über dem einen angebrachte Scala, deren Theilstriche sich in einer Distanz von 1 Mm. befanden.

§. 4. Vorrichtung zur Ladung der wirkenden Kugeln.

Um die wirkenden Kugeln mit Elektricität laden zu können, endete der Draht, welcher zu denselben führte, in einen Haken *T*, Fig. 4, Taf. II, welcher sich ausserhalb des Glaskastens befand und der natürlich durch Siegellack vom Tische isolirt war. Derselbe stand bei den im Sommer 1872 mit dauernder Ladung angestellten Versuchen mit einer Vorrichtung in Verbindung, die in Fig. 6

schematisch dargestellt ist. In den Haken *T* konnte das eine Ende eines Drahtes eingehängt werden, der in Fig. 6 mit dem Buchstaben *W* bezeichnet ist und dessen anderes Ende zu dem verstellbaren Knopfe *U* eines Funkenmikrometers führte. Der Draht *W*, welcher in Natur selbstverständlich eine bedeutende Länge (etwa $2^1/_2$ Mtr.) besass, war an zwei Stellen durch Siegellackstützen getragen, an einer dritten Stelle war er mit der inneren Belegung einer Leydnerflasche *Y* verbunden, deren äussere Belegung zur Erde abgeleitet war. Die andere Kugel *V* des Funkenmikrometers war mit einem zweiten Kupferdrahte *X* verbunden, der wieder mit der inneren Belegung einer zweiten Leydnerflasche *Z* verbunden war, deren äussere Belegung ebenfalls zur Erde abgeleitet war. Das Ende des Drahtes *X* führte zu einem mit der Influenzmaschine verbundenen Schlüssel, vermittelst dessen man in bequemer Weise dem Drahte *X* entweder die positive Elektricität mittheilen konnte, während der negative Pol der Maschine zur Erde abgeleitet war oder umgekehrt. Ich bediente mich immer einer Influenzmaschine Töpler'scher Construction. Dieselbe hat den Vortheil, dass sie sich ohne alle Anregung von selbst ladet, und wenn nur darauf gesehen wurde, dass die Drahtpinseln immer gut auf den Contactstellen schleiften, und wenn von Zeit zu Zeit der auf den Glasscheiben sich ansammelnde Staub zuerst mit einem in destillirtes Wasser getauchten, dann mit einem trockenem Tuche abgewischt wurde, so versagte sie selbst bei der angestrengten monatelangen Thätigkeit (manchmal durch mehrere Tage hindurch 8—10 Stunden) den Dienst niemals. Dadurch, dass man die Maschine drehte, während der Draht *W* nicht in den Haken *T* eingehängt war, wurde constatirt, dass die auf den Scheiben der Maschine befindliche Elektricität nicht auf die zu untersuchenden Kugeln wirkte. So lange man wünschte, dass die wirkenden Kugeln unelektrisch seien, lag sowohl auf dem Drahte *U* als auch auf dem Drahte *W* ein mit der Erde verbundener Draht auf. Man hob zuerst den auf dem Drahte *W* liegenden und dann auch den zweiten auf. [...] lud sich also jetzt zuerst die Flasche *Z*. Sobald ein Funke zwischen den Kugeln *U* und *V* übergesprungen war, wurde [der] Draht *X* sogleich wieder mit der Erde verbunden. Die Flasche und mit ihr auch die wirkenden Kugeln waren also jetzt gela[den]

Wollte man sie wieder entladen, so berührte man den Draht *W* wieder mit dem abgeleiteten. Durch Veränderung der Distanz der Kugeln *U* und *V* (der Schlagweite) konnte man die Elektricitätsmenge variiren, mit der die wirkenden Kugeln geladen wurden. Bei einigen Versuchen wünschte ich die wirkenden Kugeln nur eine kurze, aber genau gegebene Zeit zu laden. Dies erreichte ich in folgender Weise. Der Draht *W* war zwischen der Kugel *U* und der Flasche *T* unterbrochen. Doch standen sich die beiden, durch die Unterbrechung gebildeten Enden *a* und *b* sehr nahe und jedes derselben trug ein durch Siegellack isolirt an einen höher und tiefer stellbaren Träger festgekittetes Quecksilbernäpfchen, wie es die Fig. 8 zeigt. Ein hakenförmig gebogener Draht *c* war an das Pendel eines Metronoms mit Schellak isolirt festgekittet und zwar so, dass er, wenn das Metronom ging, in der Secunde z. B. 10mal für einen Moment die beiden Näpfchen überbrückte, während in der übrigen Zeit die Näpfchen nicht in metallischer Verbindung waren. Man leitete nun sehr bald nachdem zwischen den Kugeln *U* und *V* der Funke übergesprungen war, denjenigen Theil des Drahtes *W*, der mit der Kugel *U* in Verbindung war, zur Erde ab; die Flasche *Y* konnte sich jedoch, da der Draht *W* unterbrochen war, erst entladen, nachdem der Haken *c* wieder in seine frühere Lage zurückgekehrt war, was genau nach $^1/_{10}$ Secunde geschah, so dass also die wirkenden Kugeln in der That gerade durch $^1/_{10}$ Secunde geladen waren. Bei den im Winter 1873 mit alternirender Ladung angestellten Versuchen benutzte ich die in Fig. 7, Taf. II dargestellte Zusammenstellung. An die eine Zinke einer elektromagnetischen Stimmgabel *d*, welche in der Secunde 180 ganze Schwingungen machte, war mit Siegellack ein Glasstreifen und an diesen ein kleines rechteckiges Kupferblech *e* befestigt. An das Kupferblech war zunächst ein spiralig gewundener dünner Eisendraht *f* angelöthet, dessen anderes Ende an einen Kupferdraht *g* gelöthet wurde, der zu den wirkenden Kugeln führte. Diese an der einen Zinke befestigte Vorrichtung hemmte die Schwingungen der Stimmgabel gar nicht, sobald nur an die andere Zinke ein entsprechendes Gegengewicht befestigt wurde. Etwa $1^1/_2$ Mm. oberhalb des Kupferplättchens befand sich ein etwa $^1/_4$ Mm. dicker Kupferdraht *h*, dessen Ende senkrecht zur Ebene des Kupfer-

plättchens stand. Ein gleichbeschaffener Kupferdraht *i* befand sich unterhalb des Kupferplättchens in derselben Distanz, so dass das Kupferplättchen, wenn die Stimmgabel schwang, abwechselnd an den oberen und unteren Kupferdraht stiess, die wirkenden Kugeln also abwechselnd mit dem oberen oder unteren Kupferdraht leitend verbunden wurden. Die Art und Weise wie die Kupferdrähte *h* und *i* befestigt waren, damit sie durch die Stösse des Kupferplättchens nicht verbogen würden, ist in Fig. 9 versinnlicht. Die Ebene dieser Figur ist die Ebene der beiden Drähte *h* und *i*, so dass die Ebene des Plättchens *e* senkrecht auf der Zeichnungsebene steht. *m* und *n* sind zwei an verstellbaren Träger befestigte Hartgummiplättchen, auf denen die Drähte *h* und *i* auflagen, und zwar waren die beiden Enden *p* und *q* dieser Drähte mit Siegellack festgekittet, die beiden anderen Enden dagegen wurden blos durch die Elasticität der Drähte gegen das Hartgummi leicht angedrückt. Kehren wir zur Fig. 8 zurück. Dieselbe zeigt, dass die beiden dünneren Drähte *h* und *i* an zwei dickere *k* und *l* angelöthet waren. Von den letzteren stand jeder mit der inneren Belegung einer Leydnerflasche in Verbindung (die äussere Belegung war wieder zur Erde abgeleitet) und ihre Enden führten zu den beiden Elektroden der Influenzmaschine, und zwar konnte mit Leichtigkeit entweder der Draht *k* mit der positiven und *l* mit der negativen Elektrode oder auch umgekehrt verbunden werden. Sei, wie es die Fig. 8 darstellt *k* mit der positiven, *l* mit der negativen Elektrode verbunden und die Stimmgabel in Gang. Vor Beginn des Versuches war über die beiden Drähte *k* und *l* ein dritter Draht gelegt, welcher beide berührte und mit einem Ende in ein zur Erde abgeleitetes Quecksilbernäpfchen tauchte. Man entfernte nun plötzlich diesen dritten Draht. Jetzt lud sich die Flasche *r* positiv, die Flasche *s* ebenso stark negativ. Wenn also das Plättchen *e* an den Draht *h* stiess, wurden die wirkenden Kugeln positiv, nach einer halben Schwingung der Stimmgabel wurden sie gleich stark negativ, dann wieder positiv u. s. w. geladen. Dadurch wurde die alternirende Ladung der wirkenden Kugeln erzielt. Wenn man den Versuch beenden wollte, so berührte man zuerst den Draht *g* mit einem zur Erde abgeleiteten; dann erst legte man über die Drähte *k* und *l* den zur Erde abgeleiteten Draht,

amit nicht durch kurze Zeit nur eine einzige Elektricität den rirkenden Kugeln zuströme und die Drehwagen in Unordnung ringe. Obwohl die Influenzmaschine gleichviel positive als egative Elektricität entwickelt, so bildete sich doch mit der Zeit n dem ganzen Systeme, daher auch auf den wirkenden Kugeln in kleiner Überschuss der einen oder anderen Elektricität, vermuthlich weil sich die eine rascher als die andere zerstreute. Um diesem Übelstande möglichst zu steuern, zog ich ein kurzes Stück Glasröhre in der Mitte in einen dünnen Faden aus, den ich hufeisenförmig krümmte, so dass er die in Fig. 8 mit *uvw* bezeichnete Gestalt annahm.

Von den beiden Stücken *u* und *w* der Glasröhre wurde das eine mit destillirtem Wasser gefüllt, welches durch den Glasfaden allmälig in das andere Stück drang. Waren beide Stücke *u* und *w* voll Wasser, so wurde das eine durch einen Draht mit der Erde, das andere mit dem Drahte *g* verbunden. Durch das im Glasfaden enthaltene Wasser floss nun die überschüssige Elektricität zur Erde ab, derselbe bot aber der Elektricität einen so bedeutenden Widerstand, dass die alternirenden Ladungen nicht Zeit hatten abzufliessen; dieselben wurden vielmehr durch den Wasserfaden nur unbedeutend geschwächt. Um die Influenzmaschine in möglichst gleichförmigem Gange erhalten zu können, war um die Axe derselben ein dicker Kupferdraht gewunden, der in einem Haken endete. Dieser Haken stiess bei jeder Umdrehung einmal gegen einen zweiten Kupferdraht, der dann durch sein Zurückschnellen in die alte Lage ein Geräusch verursachte. Die Maschine wurde gerade so schnell gedreht, dass diese Geräusche immer mit den Schlägen eines Metronoms coincidirten.

§. 5. Verfertigung der Kugeln.

Die Hartgummikugel liess ich von einem Mechaniker aus einem Stabe drehen. Die übrigen Kugeln wurden in einer Kugelform, wie man sie zum Giessen kleiner Revolverkugeln hat, gegossen. Damit die Kugel nicht in der Form haften bleibt, wurde letztere vor dem Gusse mit ein wenig Öl, beim Giessen der Colophoniumkugeln mit etwas destillirtem Wasser ausgeschmiert. Da sich die Substanz beim Erkalten zusammenzieht, muss, so

lange das Erkalten währt, nachgegossen werden, damit in der Mitte der Kugel kein Loch entsteht. Geschah dies, so waren im Innern der Kugeln nach dem Zerbrechen keine Hohlräume mehr sichtbar, auch zeigten die Kugeln das richtige specifische Gewicht. Der Stiel, welcher sich im Gussloche bildet, wurde nachher so abgeschnitten, dass die Kugelgestalt möglichst ergänzt wurde, was bei den Schwefelkugeln am besten bald nach dem Gusse geschieht. Die Beobachtungen wurden erst angestellt, wenn die Substanz wieder in α-Schwefel übergegangen war. Bei Paraffin und Colophonium hat man zu achten, dass sich die Kugeln nicht, so lange sie weich sind, deformiren. Das Öl wurde von den Kugeln durch Abwaschen und Abreiben mit einem trockenen Tuche entfernt. Nachher wurden die Kugeln meist über einer Spirituslampe ihrer Elektricität beraubt. Einige derselben liess ich unter einer Glasglocke so lange hängen, bis sie unelektrisch geworden waren. Die Colophoniumkugeln wurden nicht abgewischt, damit keine Fädchen hängen blieben; das Wasser verdunstete von selbst.

Bei den im Sommer 1872 angestellten Versuchen wurde die gleich schwere leitende Kugel (die ich Kürze halber immer als „die Metallkugel" bezeichnen will) dadurch erhalten, dass ich eine vollkommen gleichbeschaffene, aus demselben Materiale, in derselben Form gegossene Kugel, mit Blattgold oder Blattaluminium überzog. Da dadurch das Volum der Kugel fast gar nicht, ihr Gewicht nur sehr wenig verändert wurde, so war es leicht, durch Anbringen eines etwas leichteren Schellakhäkchens, Bohren eines kleinen, mit Blattgold überzogenen Loches die Gewichte vollkommen gleich zu machen. Nur bei einem Versuche verwendete ich eine mit Staniol überzogene Kugel, ohne aber ein anderes Resultat zu erhalten. Bei den im Winter 1873 angestellten Versuchen jedoch zog ich wegen der sicherern Leitung einen Staniolüberzug dem aus Blattgold vor. Es wurde die zu überziehende Kugel aus demselben Materiale, in derselben Form, jedoch ein wenig hohl gegossen und dann durch in die Höhlung gestopfte Körperchen auf dasselbe Gewicht gebracht. Die feinste Regulirung des Gewichtes geschah erst, nachdem die Kugel fertig war, durch Ankleben kaum sichbarer Wachsmengen oder Entfernung von

Staniol. Es zeigte sich, dass man auch den Staniolüberzug sehr glatt bekommen kann, wenn man alles Staniol, das Falten zu bilden sucht, entfernt, die Ränder durch minimale Quantitäten von Klebwachs anklebt und alles mit dem Nagel glättet. Doch wurde immer darauf gesehen, dass der ganze Staniolüberzug aus einem zusammenhängenden Staniolstück bestand. Das Volum der mit Staniol überzogenen Kugeln war immer ein wenig grösser als das der andern, was jedoch durch Rechnung eliminirt werden kann. Die Schellakhäkchen, an denen die Kugeln hingen, wurden aus einem etwa $^1/_4$ Mm. dicken Schellakfaden durch gelindes Erwärmen gebogen. Befestigt wurden sie, indem man die entsprechende Stelle der Kugel ein wenig über die Schmelztemperatur des Schellaks erwärmte und dann das womöglich unten ebenfalls erwärmte Häkchen aufsetzte. Bei Paraffin wurde das Häkchen in die Kugelsubstanz eingeschmolzen. Die Kugeln wurden immer unter einer Glasglocke verwahrt und beim Einhängen, damit sie sich nicht elektrisirten, auf Löffeln von derselben Substanz getragen, eine Vorsicht, die übrigens wohl kaum nöthig gewesen wäre.

§ 6. Beschreibung der Versuche, bei denen die wirkenden Kugeln während 22 bis 90 Secunden gleichnamig geladen waren.

Bei diesen Versuchen wurden die wirkenden Kugeln mit der in Fig. 6, Taf. II, dargestellten Vorrichtung geladen. Es wurden zuerst auf die beiden Drähte W und X zwei zur Erde abgeleitete Drähte aufgelegt und von zwei Beobachtern gleichzeitig der Theilstrich bestimmt, um welchen das Fadenkreuz jedes der beiden Fernröhre zu schwingen schien. Derselbe soll immer die Ruhelage heissen. Dann wurde die Influenzmaschine gedreht und die beiden zur Erde abgeleiteten Drähte abgehoben. Es lud sich jetzt zunächst die Flasche Z, dann sprang ein Funke zwischen der Kugel U und V über, worauf sofort der Draht X wieder abgeleitet wurde. Die Flasche Y und mit ihr die beiden wirkenden Kugeln waren also jetzt mit Elektricität geladen, und es wurden jetzt von beiden Beobachtern vier (hie und da auch zwei, sechs oder acht) sich folgende Umkehrpunkte beobachtet, d. h. die im Fernrohre sichtbaren Zahlen, die das Fadenkreuz im

Momente, wo es gerade umzukehren schien, deckte. Das arithmetische Mittel der beiden ersten Umkehrpunkte gab den Theilstrich, um den das Fadenkreuz anfangs, das Mittel der beiden letzten denjenigen, um den es später zu schwingen schien. Ich nenne diese Theilstriche immer die abgelenkten Lagen.

Zieht man von der abgelenkten Lage die Ruhelage ab, so erhält man die Anzahl der Theilstriche, um welche das Spiegelbild der Scala durch die Einwirkung der Elektricität abgelenkt wurde. Ich will die Anzahl dieser Theilstriche immer die Ablenkung der betreffenden Kugel nennen. (Beim Fernrohre, welches auf die zweite Drehwage visirte, musste, um die Ablenkung zu erhalten, umgekehrt von der Ruhelage die abgelenkte Lage subtrahirt werden, weil diese Drehwage in der entgegengesetzten Richtung abgelenkt wurde.) Man sieht, dass hier bei Berechnung der Ablenkungen auf die Dämpfung der Schwingungen keine Rücksicht genommen wurde. Es war dies erlaubt, erstens weil die Dämpfung in der That nicht sehr gross war, hauptsächlich aber, weil dadurch an jeder Ablenkung nur ein Fehler hervorgerufen werden konnte, der der Grösse der betreffenden Ablenkung proportional war, und da es sich bei diesen Versuchen immer nur um die Verhältnisse mehrerer Ausschläge handelt, so war ein solcher auf das Resultat ohne allen Einfluss. Bei den Versuchen mit alternirender Ladung wurde übrigens die Dämpfung durch Combination von drei Umkehrspunkten eliminirt. Möglichst rasch nach der Beobachtung des vierten Umkehrpunktes wurde der Draht W wieder zur Erde abgeleitet. Da die beiden Kugeln jetzt nahe ohne Geschwindigkeit in ihren Ruhelagen standen, so schwangen sie nach geschehener Entladung nur sehr wenig. Es diente also diese Methode des Ladens und Entladens, um möglichst rasch nach einander viele Beobachtungen machen zu können, ohne dass die Kugeln in allzuheftige Schwingungen geriethen. Auch der Moment der Ladung wurde nach Möglichkeit so gewählt, wie es zu diesem Zwecke am günstigsten war. Damit dies bei beiden Kugeln gleichzeitig möglich sei, wurden die Schwingungsdauern beider möglichst gleich gemacht. Den Inbegriff der bisher geschilderten Manipulationen will ich kurz eine Beobachtung nennen. Nach Beendigung der Beobachtung wurde wieder aus zwei, oder

wenn die Schwingungen besonders heftig waren, aus drei sich folgenden Umkehrpunkten die Ruhelage bestimmt. Bei jeder Beobachtung wurde das Mittel der vorhergehenden und nachfolgenden Ruhelage zu Grunde gelegt. Da in dem Fernrohre, das auf die zweite Drehwage visirte, sich die Ruhelage fast gar nicht veränderte, so zog es Herr Dr. Albert von Ettingshausen, welcher durch dieses Fernrohr ablas, vor, dieselbe ein für allemal auf den Theilstrich 500 zu stellen und kleine Veränderungen, die sie etwa erfuhr, durch Drehung des Fernrohres vermittelst einer Schraube zu corrigiren). Nach Vollendung der ersten Beobachtung wurden zwei andere genau gleichbeschaffene Beobachtungen gemacht, bei denen nur die wirkenden Kugeln mit der entgegengesetzten Elektricität geladen wurden. Dann wurden wieder zwei Beobachtungen mit der ursprünglichen Elektricität gemacht u. s. w. Dieses Abwechseln mit den Zeichen der wirkenden Elektricität hatte zur Folge, erstens zu verhindern, dass die untersuchte Kugel durch beständige Einwirkung ein und derselben Elektricität allmälig geladen wurden; zweitens den Fehler zu eliminiren, der sonst durch eine auf der untersuchten Kugel etwa schon ursprünglich vorhandene Elektricität erzeugt worden wäre. Eine solche auf der untersuchten Kugel etwa schon ursprünglich vorhandene Elektricität bewirkte, dass die eine, den wirkenden Kugeln mitgetheilte Elektricität einen grösseren, die andere aber eine um ebenso viel kleinere Ablenkung erzeugte. Das Mittel beider Ablenkungen war also gleich der Ablenkung, die jede Elektricität hervorgebracht hätte, wenn die eingehängte Kugel ursprünglich unelektrisch gewesen wäre.

Die Menge der Elektricität, welche den wirkenden Kugeln bei jeder Beobachtung mitgetheilt wurde, konnte durch Abänderung der Schlagweite zwischen den Kugeln *U* und *V* regulirt werden. Doch blieb diese Schlagweite bei jeder Versuchsreihe dieselbe, so dass also während der ganzen Versuchsreihe die wirkenden Kugeln wenigstens nahe mit derselben Elektricitätsmenge geladen wurden. Ich lasse nun als Muster sämmtliche Zahlen einer Beobachtungsreihe folgen, und zwar wähle ich hiezu die Beobachtungsreihe, deren Resultate in Tabelle II zusammengestellt ist, da die vorhergehenden Beobachtungsreihen mehr den Charakter von Vorversuchen hatten und daher ihre detaillirte Mit-

theilung von weniger Interesse zu sein scheint. Wo zwischen zwei horizontalen Strichen blos zwei Zahlen stehen, sind dies immer Umkehrpunkte, die beobachtet wurden, während die wirkenden Kugeln unelektrisch waren, die also zur Berechnung der Ruhelagen dienten[1]. Rechts neben je zwei derartigen Umkehrpunkten ist immer ihre Summe, also die doppelte Ruhelage angemerkt. Die Reihe der letzterwähnten Zahlen zeigt also, wie sich die Ruhelage mit der Zeit veränderte. Die entsprechenden Rubriken für die zweite Drehwage sind leer, weil dort die doppelte Ruhelage immer 1000 betrug. Hie und da, wenn die Ruhelage besonders constant blieb, wurde dieselbe auch bei der ersten Drehwage zwischen zwei Beobachtungen nicht abgelesen. Dann ist auch die entsprechende Rubrik für die erste Drehwage leer. Zwischen zwei Ruhelagenbestimmungen stehen immer vier Umkehrpunkte, welche zwischen denselben beobachtet wurden, während die wirkenden Kugeln elektrisch waren. Rechts ist sowohl den beiden ersten als auch den beiden letzten die aus ihnen berechnete doppelte Ablenkung der betreffenden Kugel beigesetzt[2]. Die zweite Ablenkung ist immer ein wenig kleiner als die erste, was sich daraus erklärt, dass ein Theil der der Flasche Y Fig. 6 mitgetheilten Elektricität sich allmälig zerstreute.

---

[1] Wenn der erste und dritte Umkehrpunkt nicht identisch waren, so ist die erste der angeführten Zahlen immer das Mittel der ersten und dritten Umkehrpunktes, welches, da beide fast identisch waren, im Kopfe berechnet wurde, ohne den ersten und dritten Umkehrpunkt separat zu notiren.

[2] Es wurde immer die doppelte Ablenkung angegeben, um die Division durch 2 zu ersparen. Für die späteren Rechnungen ist dies natürlich gleichgiltig, da in denselben ohnedies nur das Verhältniss je zweier Ablenkungen vorkommt.

Versuche mit der Schwefelkugel.

Erste Drehwage.		Zweite Drehwage.	
Umkehr-punkte	Dopp. Ruhelage oder doppelte Ablenkung	Umkehr-punkte	Dopp. Ruhelage oder doppelte Ablenkung
573 558	1131		1000
623·5 560·5	53	418 503	79
619 563	51	422 503	75
552 579	1131		
622 564·5	55	425 495	80
620 567·5	56	429 495	76
580 552	1132		
619·5 574	61·5	417 501	82
617 576·5	61·5	421 501	78
545 587	1132		
597 578	43	420 506·5	73·5
593·5 577·5	39	424 506	70
576 556	1132		
607 574·5	49·2	429 496	75
603 573·5	44·2	432 496	72

Erste Drehwage		Zweite Drehwage	
Umkehrpunkte	Dopp. Ruhelage oder doppelte Ablenkung	Umkehrpunkte	Dopp. Ruhelage oder doppelte Ablenkung
585 547·5	1132·5		
616 569·5	52·5	434 488	78
611·5 569	47·5	436 489	75
549 584·5	1133·5		
622 559	48·2	415 514	71
618 560	45·2	419 514	67
551 581	1132		
609 571	48	426·5 503	70·5
606·5 573·5	48	430 503	67
580 552	1132		
605·5 572	45·5	404 518	78
602 573·5	43·5	410 518	72
621 561·5	50·5	424 499	77
618 563·5	49·5	427 499	74
577 555	1132		

Versuche mit der Metallkugel.

Erste Drehwage		Zweite Drehwage	
Umkehrpunkte	Dopp. Ruhelage oder doppelte Ablenkung	Umkehrpunkte	Dopp. Ruhelage oder doppelte Ablenkung
	1137		1000
679	128	402	92
586		506	
676	128	406	88
589		506	
550	1137		
587			
684	125·5	417	86
579		497	
680	119·5	421	82
577		497	
585	1138		
553			
678	116	424	74
576		502	
669	99·5	428	70
568·5		502	
557	1138		
581			
650	85	420	72
573		508	
648	89	425	67
579		508	
561	1138		
577			
667	96	433	73
567		494	
660	94	436	69
572		495	

Erste Drehwage		Zweite Drehwage	
Umkehrpunkte	Dopp. Ruhelage oder doppelte Ablenkung	Umkehrpunkte	Dopp. Ruhelage oder doppelte Ablenkung
585	1138		1000
553			
662	105	432	77
581		491	
656	101	435	73
583		492	
678	98	426	75
558		499	
670	97	430	71
565		499	
555	1137		
582			
682	105	423	75
563		502	
673	103	427	71
568		502	
583	1139		
556			
681	111·3	421	81
569		498	
672	104·3	425	77
571		498	
555	1138·5		
583·5			
685·5	114	414	81
566·5		505	
678	113	418	78
573		504	
576	1138		
562			

Die ausführliche Mittheilung aller dieser Zahlen bei allen Beobachtungsreihen wäre zu weitläufig und erschien mir umsoweniger nothwendig als sämmtliche übrigen Beobechtungen ganz in derselben Weise verliefen. Bei allen übrigen Beobachtungen werde ich daher nur die Quotienten der Ausschläge der zweiten Drehwage in die der ersten mittheilen. Die später anzustellenden theoretischen Betrachtungen werden zeigen (dasselbe lehrt übrigens auch schon eine einfache Überlegung), dass die auf beide Kugeln ausgeübten Kräfte dem Quadrate der den wirkenden Kugeln mitgetheilten Elektricitätsmenge proportional sind (wenn sich ausser dieser Elektricitätsmenge nichts verändert).

Da ferner die Ablenkungen beider Drehwagen immer sehr klein waren, so sind sie nahe den wirkenden Kräften proportional. Der Quotient der Ablenkung der zweiten Drehwage in den der ersten ist also die Ablenkung, die die erste Drehwage gezeigt hätte, wenn den wirkenden Kugeln gerade so viel Elektricität mitgetheilt worden wäre, dass die zweite den Ausschlag eins gezeigt hätte. Ich will diesen Quotienten kurz „die reducirte Anziehung" der in der ersten Drehwage hängenden Kugel nennen.

Bei meinen Versuchen wurde immer zuerst die isolirende Kugel in die erste Drehwage eingehängt und die Grösse bestimmt, welche ich eben deren reducirte Anziehung genannt habe. Dadurch, dass die wirkenden Kugeln bald positiv bald negativ geladen wurden und aus allen hiebei beobachteten reducirten Anziehungen das Mittel genommen wurde, ward in der bereits besprochenen Weise der Einfluss einer etwa schon ursprünglich auf der Kugel vorhandenen Elektricität eliminirt. Dann wurde, ohne dass sonst etwas verändert wurde, die Metallkugel an die Stelle der isolirenden gehängt und wieder deren reducirte Anziehung bestimmt. Dividiren wir jetzt die reducirte Anziehung der Metallkugel durch die der isolirenden, so erhalten wir also die Zahl, welche angibt, wie vielmal eine isolirte, leitende, ursprünglich unelektrische Kugel stärker angezogen wird, als eine gleich grosse, ursprünglich ebenfalls unelektrische isolirende Kugel, also die Zahl, welche wir uns zu bestimmen vornahmen und die ich künftig immer mit E bezeichnen will.

In den folgenden Tabellen werde ich nun bei jeder Beobachtungsreihe sowohl für die Metallkugel als auch für die isolirende unter steter Angabe des Zeichens der wirkenden Elektricität die verschiedenen reducirten Anziehungen mittheilen, von denen sich je zwei aus dem, was ich in Paragraph eine Beobachtung genannt habe, ergaben. Dann theile ich für jede Kugel das Mittel M aller reducirten Anziehungen mit. Hierauf folgt in der Tabelle der Quotient der reducirten Anziehung der isolirenden Kugel in die der Metallkugel, also die Grösse, welche ich schon oben mit E bezeichnete. Zu Anfang jeder Tabelle bemerke ich noch:

Die Grenzen, zwischen denen die Ablenkung $2A$ der zweiten Drehwage lag und die Schlagweite S zwischen den Kugeln U und V in Millimetern, welche jedoch nur ganz beiläufig geschätzt wurde.

Damit um so anschaulicher werde, wie die in den folgenden Tabellen zusammengestellten Zahlen aus den unmittelbar beobachteten berechnet wurden, lasse ich hier eine Tabelle folgen, welche genau so wie alle späteren aus den in diesem Paragraphe ausführlich mitgetheilten Beobachtungen berechnet wurde.

Schwefelkugel	Staniolkugel
$S = 2$ Mm.	$S = 2$ Mm.
$2A$ zwischen 67 und 82	$2A$ zwischen 67 und 92
+	+
0·67	1·39
0·68	1·46
0·69	1·45
0·74	1·46
0·75	1·57
0·78	1·42
—	—
0·58	1·98
0·56	1·33
0·66	1·31
0·61	1·36
0·67	1·37
0·63	1·18
+	+
0·68	1·31
0·68	1·37
0·68	1·40
0·72	1·45
—	—
0·58	1·37
0·60	1·35
0·66	1·41
0·67	1·45
$M = 0·6645$	$M = 1·3895$

$E = 2·091$

Man sieht, dass die reducirte Anziehung durchschnittlich ;lbe war, es mochte positive oder negative Elektricität wir- womit bewiesen ist, dass beide Kugeln ursprünglich un- risch waren und nur die Staniolkugel durch Influenz, die refelkugel durch dielektrische Polarisation elektrisirt wurde. ı zeigt sich auffallend, dass die reducirte Anziehung be- lig wuchs, so lange man mit der gleichnamigen Elektricität

arbeitete, und plötzlich zu einem viel kleineren Werth übersprang, sobald man die wirkende Elektricität wechselte. Es kam dies offenbar daher, dass, so lange eine und dieselbe Elektricität wirkte, die Kugel durch Zerstreuung an die Luft (oder Ableitung durch die Schellakfäden?) allmälig sich mit der entgegengesetzten Elektricität lud, was aber, weil ich die wirkende Elektricität beständig umtauschte, auf unsere Berechnungen keinen schädlichen Einfluss übte.

§. 7. Die bei sämmtlichen, im vorigen Paragraphe beschriebenen Versuchen erhaltenen Zahlen.

Der Faden *GKH* Fig. 2 der ersten Drehwage war, wie bereits bemerkt, zuerst ein Coconfaden. Indem in denselben erst eine Schwefelkugel, dann eine versilberte, dann eine mit Staniol bekleidete eingehängt wurde, erhielt ich folgende reducirte Anziehungen:

Tabelle I.

Schwefelkugel.

$S = 2$	$S = 1 \cdot 3$	$S = 0 \cdot 8$
2*A* 73—94	2*A* 31—45	2*A* 17—23
+	+	+
0·76	0·70	0·77
0·88	0·84	0·89
—	—	—
0·46	0·52	0·48
0·52	0·65	0·69
0·62	0·72	0·63
0·72	0·84	0·77
+	+	+
0·58	0·55	0·51
0·69	0·62	0·62
0·75	0·80	0·72
0·86	0·88	0·84
—	—	—
0·41	0·50	0·60
0·53	0·61	0·76
0·61	0·70	0·75
0·72	0·81	0·88
M = 0·651	*M* = 0·696	0·707

Vergoldete Kugel.		Staniolkugel	
$S = 1·3$	$S = 2$	$S = 1·3$	$S = 2$
$2A$ 25—43	$2A$ 63—80	$2A$ 30—54	$2A$ 70—85
+	—	+	+
1·37	1·62	1·59	1“39
1·44	1·76	—	1·59
—	+	—	—
1·51	1·01	1·24	1·29
1·64	1·12	1·37	1·42
1·72	1·27	1·45	1·50
1·88	1·41	1·56	1·53
+	—	+	+
1·05	1·26	1·16	1·26
1·19	1·41	1·27	1·42
1·29	1·56	1·34	1·52
1·43	1·67	1·48	1·64
—	+	—	—
1·32	1·18	1·22	1·03
1·44	1·33	1·37	1·18
1·58	1·36	1·45	1·33
1·69	1·64	1·57	1·45
1·467	1·400	1·390	1·390
= 2·108	$E = 2·150$	$E = 2·000$	$E = 2·150$

Bei diesen Versuchen nimmt die reducirte Anziehung, so nge gleichnamige Elektricität wirkte, sehr bedeutend zu. Die rsache lag darin, dass die Coconfäden nicht gut isolirten. Denn ls ich statt der Schwefelkugel blos einen zweiten Coconfaden inhing, der erst ganz unten fast ganz ausserhalb des Bereiches er Wirksamkeit der wirkenden Kugel mit einer Schwefelkugel elastet war, die sich noch dazu in einer aufgeschlitzten Goldapierschachtel befand, so zeigte sich ebenfalls eine Ableitung ler Drehwage. Die in der vorigen Tabelle gefundenen Werthe on E verdienen daher nur wenig Vertrauen. Wenn sie trotzdem icht schlecht mit den späteren stimmen, so ist dies ein Beweis ir die Güte der Eliminationsmethode der allmälig sich bildenden Ladung, welche, selbst wenn sie einen weit grösseren

Betrag hat, als sie bei den späteren Versuchen haben wird, sich noch hinlänglich eliminirt.

Ich vertauschte jetzt die Coconfäden mit den Schellakfäden. Dass die letzteren keine bemerkbare Einwirkung erfuhren, constatirte ich in folgender Weise. Ich hing an die Schellakfäden wieder statt der Schwefelkugel einen langen Schellakfaden, an dem erst ganz unten ausserhalb des Wirkungsbereiches der Elektricität, und noch dazu in der aufgeschlitzten Goldpapierschachtel, die Schwefelkugel hing. Nun liess ich die wirkenden Kugeln durch 10 Minuten positiv geladen, entlud sie dann und lud sie hernach negativ. Es zeigten sich folgende Ablenkung:

Doppelte Ablenkung der ersten Drehwage	Doppelte Ablenkung der zweiten Drehwage
gleich nach der positiven Ladung	
0	191
0	186
nach $2^1/_2$ Minuten	
$^3/_4$	165
$^3/_4$	164
nach 5 Minuten	
$1^3/_4$	152
nach 10 Minuten	
$2^1/_2$	136
nach der Ladung mit negativer Elektricität	
—2	182

Das negative Zeichen der letzten Ablenkung der ersten Drehwage bedeutet, dass er nach der entgegengesetzten Seite erfolgte, die Schellakfäden also abgestossen wurden. Obwohl somit bei diesem Versuche die wirkenden Kugeln bedeutend stärker als bei allen anderen geladen wurden, hatten sich doch die Schellakfäden bei den beiden ersten Schwingungen nicht bemerkbar geladen. Nun erneuerte ich die Versuche und erhielt die in den folgenden Tabellen zusammengestellten Resultate:

Tabelle 2.

Schwefelkugel.		Metallkugel.	
$S = 2$	$S = 1 \cdot 3$	$S = 2$	$S = 1 \cdot 3$
$2A$ 67—82	$2A$ 26—34	$2A$ 70—92	$2A$ 32—42
+	+	+	+
0·67	0·80	1·39	1·31
0·68	0·72	1·46	1·39
0·69	0·87	1·45	1·50
0·74	0·90	1·46	1·59
0·75	0·80	1·57	—
0·78	1·02	1·42	1·54
—	—	—	1·67
0·58	0·50	1·18	1·59
0·56	0·48	1·33	1·56
0·66	0·62	1·31	1·71
0·61	0·61	1·36	1·47
0·67	0·55	1·37	+
0·63	0·53	1·38	1·14
+	+	+	1·12
0·68	0·73	1·31	1·20
0·68	0·71	1·37	1·34
0·68	0·67	1·40	1·05
0·72	0·71	1·45	1·30
—	—	—	1·405
0·58	0·46	1·37	
0·60	0·47	1·35	
0·66	0·52	1·41	
0·67	0·57	1·45	
0·6645	0·662	1·389	
$E = 2 \cdot 091$	$E = 2 \cdot 122$		

Tabelle 3.

Paraffinkugel.		Metallkugel.	
$S = 2\cdot8$	$S = 1\cdot3$	$S = 2$	$S = 1\cdot3$
$2A$ 80—108	$2A$ 28—35	$2A$ 66—90	$2A$ 30—38
+	+	+	+
0·64	0·63	1·07	0·81
0·74	0·75	1·10	0·97
0·74	0·76	1·12	1·21
0·83	0·91	1·17	1·19
—	—	—	—
0·62	0·68	0·95	0·83
0·74	0·83	0·97	0·87
0·75	0·77	1·06	0·97
0·86	0·90	1·03	1·04
+	+	+	+
0·71	0·64	1·04	1·13
0·80	0·79	1·07	1·17
0·74	0·70	1·10	1·06
0·86	0·89	1·13	1·09
—	—	—	—
0·52	0·74	0·94	0·91
0·69	0·86	0·97	0·90
0·74	0·84	0·99	0·97
0·81	0·97	1·00	1·01
$M = 0\cdot737$	+	$M = 1\cdot044$	$M = 1\cdot008$
$E = 1\cdot42$	0·58		
	0·72		
	0·72		
	0·74		
	$M = 0\cdot775$		
	$E = 1\cdot30$		

Tabelle 4.

Erste Versuchsreihe mit der vorigen Paraffinkugel.			Zweite Versuchsreihe mit einer anderen Paraffinkugel.		
$S = 0·8$	$S = 1·3$	$S = 2$	$S = 0·8$	$S = 1·3$	$S = 2$
$2A$ 25—30	$2A$ 35—42	$2A$ 75—84	$2A$ 22—33	$2A$ 35—46	$2A$ 72—97
+	+	+	—	+	+
0·61	0·63	0·64	0·09	0·88	0·79
0·75	0·73	0·75	0·20	1·02	0·90
0·73	0·76	0·72	0·30	0·88	0·82
0·84	0·88	0·82	0·56	1·07	0·92
—	—	—	+	—	—
0·62	0·53	0·57	0·91	0·31	0·42
0·74	0·66	0·70	1·06	0·45	0·57
0·70	0·69	0·71	1·02	0·41	0·69
0·83	0·79	0·79	1·14	0·51	0·74
+	+	+	—	+	+
0·58	0·62	0·62	0·29	0·85	0·70
0·73	0·77	0·72	0·40	0·99	0·84
0·71	0·75	0·79	0·27	0·88	0·80
0·82	0·86	0·87	0·45	1·02	0·91
—	+	—	+	—	—
0·55	0·58	0·45	1·25	0·38	0·53
0·72	0·64	0·60	1·24	0·53	0·66
0·75	0·69	0·64	1·39	0·62	.·66
0·84	0·79	0·77	1·42	0·72	0·77
$M = 0·720$	0·711	0·698	0·749	0·720	0·728
E + 1·51	$E = 1·40$	$E = 1·44$	$E = 1·46$	$E = 1·38$	$E = 1·39$

Metallkugel zu den beiden vorhergehenden Beobachtungen.

$S = 0·8$	$S = 1·3$	$S = 2$
2A 15—20	2A 31—26	2A 60—7
+	+	+
1·23	1·03	1·04
1·30	1·05	1·07
1·27	1·11	1·09
1·34	1·16	1·12
—	—	—
0·83	0·86	0·90
0·85	0·88	0·90
0·93	0·94	0·95
1·00	0·97	0·97
+	+	+
1·17	1·06	1·02
1·23	1·10	1·05
1·29	1·08	1·06
1·38	1·13	1·11
—	—	—
0·80	0·84	0·91
0·84	0·89	0·93
0·97	0·88	1·01
1·03	0·94	1·02
$M = 1·091$	$M = 0·995$	$M = 1·009$

Tabelle 5.

Hartgummikugel.	Metallkugel.
$S = 2$	$S = 2$
$2A$ 62—90	$2A$ 70—95
+	+
0·56	1·32
0·61	1·36
0·61	1·38
0·61	1·40
—	—
0·63	1·19
0·69	1·28
+	1·30
0·58	1·32
0·61	+
0·62	1·28
0·66	1·30
—	1·34
0·60	1·36
0·62	—
0·63	1·28
0·67	1·29
+	1·29
0·60	1·31
0·62	$M = 1·312$
0·63	
0·65	
—	
0·61	
0·64	
0·65	
0·67	
$M = 0·626$	
$E = 2·096$	

Tabelle 6.

Colophoniumkugel. Währ. einer ganz. Schwing. gelad.	Colophoniumkugel. Während zwei Schwing. gelad.	Colophoniumkugel. Während vier Schwing. gelad.	Metallkugel.
$S = 2\cdot8$	$S = 2$	$S = 2\cdot8$	$S = 2$
$2A$ 90—103	$2A$ 65—82	$2A$ 85—110	$2A$ 57—81
+	+	+	+
0·76	0·79	0·77	1·29
0·81	0·85	0·82	1·32
—	0·87	0·85	1·34
0·63	0·92	0·87	1·35
0·68	—	0·83	—
+	0·54	0·89	1·13
0·82	0·57	0·93	1·16
0·84	0·62	0·95	1·19
—	0·66	—	1·22
0·60	+	0·59	+
0·64	0·80	0·62	1·22
$M = 0\cdot722$	0·87	0·64	1·27
$E = 1\cdot726$	0·85	0·66	1·28
	0·90	0·64	1·34
	—	0·69	—
	0·56	0·70	1·19
	0·61	0·72	1·20
	0·63	+	1·23
	0·67	0·74	1·24
	+	0·78	+
	0·79	0·80	1·26
	0·86	0·84	1·26
	0·85	0·83	1·29
	0·90	0·87	1·31
	—	0·90	—
	0·59	0·92	1·15
	0·63	—	1·18
	0·64	0·57	1·23
	0·68	0·61	1·25
	$M = 0\cdot735$	0·64	$M = 1\cdot246$
	$E = 1\cdot695$	0·66	
		0·65	
		0·69	
		0·74	
		0·74	
		$M = 0\cdot755$	
		$E = 1\cdot650$	

Bei Berechnung der Grössen E wurde immer die Anziehung der Metallkugel durch diejenige Anziehung der isolirenden Kugel dividirt, welche bei derselben Schlagweite gemessen worden war, da bei diesen beiden die Ablenkung der zweiten Drehwage nahe dieselbe war; nur bei der mit der Colophoniumkugel angestellten Beobachtungsreihe hatte ich die Metallkugel nur bei einer Schlagweite untersucht. Es wurden daher die hiebei erhaltenen reducirenden Anziehungen bei Berechnung aller E' zu Grunde gelegt.

Der für die Schwefelkugel gefundene Werth von E stimmt ganz gut mit dem aus der Dielektricitätsconstante des Schwefels berechneten. Die Paraffinkugel dagegen und alle anderen erfuhren eine grössere Anziehung als die theoretisch berechnete. Es ist dies der Grund, weshalb ich mit Paraffin noch eine zweite in Tabelle IV zusammengestellte Beobachtungsreihe machte, bei der sowohl die frühere als auch noch eine zweite besonders sorgfältig gereinigte Paraffinkugel jede bei drei verschiedenen Schlagweiten beobachtet wurde. Die vollkommene Übereinstimmung aller dabei erhaltenen Zahlen zeigte, dass kein Beobachtungsfehler dabei im Spiele war. Ich prüfte beide Kugeln mit dem Elektroskope und fand, dass sie ausgezeichnet isolirten. Die Ursache der stärkeren Anziehung der Paraffinkugel liegt vielmehr, wie die späteren Untersuchungen unwiderleglich beweisen, in dem, was ich als „dielektrische Nachwirkung“ und Faraday als elektrische Absorption bezeichnete. Es ist dieselbe schon in den in Tabelle 6 zusammengestellten Zahlen ersichtlich. Die in dieser Tabelle mit „während einer ganzen Schwingung geladen“ überschriebenen Versuche unterschieden sich nämlich darin von den übrigen, dass zwischen je zwei Ruhelagebestimmungen nur zwei Umkehrpunkte abgewartet wurden, aus denen natürlich nur eine Ablenkung berechnef werden konnte. Nachdem der zweite Umkehrpunkt eingetreten war, wurden die wirkenden Kugeln schon wieder entladen, so dass also die Elektricität immer nur während einer ganzen Schwingung ($22^1/_2$ Secunden) auf das Colophonium wirkte. Bei den mit „während vier Schwingungen geladen“ überschriebenen Versuchen dagegen wurden acht Umkehrpunkte zwischen je zwei Ruhelagebestimmungen beobachtet

Aus dem ersten und zweiten wurde die erste in der Tabelle angegebene reducirte Anziehung, aus dem dritten und vierten die nächstfolgende u. s. w. bestimmt. Da wirkte also die Elektricität durch vier volle ganze Schwingungen. Die in der Tabelle 6 angeführten Werthe von E zeigen in der That, dass im letzten Falle E am kleinsten, also die Anziehung der Colophoniumkugel am grössten ist. Wenn dagegen die Elektricität nur während einer Schwingung wirkte, wurde die Colophoniumkugel am schwächsten angezogen, weil die dielektrische Nachwirkung am wenigsten Zeit hatte, sich zu entwickeln. Freilich wären die in der Tabelle 6 angeführten Versuche für sich allein noch nicht beweisend, besonders da gleichzeitig die Metallkugel nur bei einer Schlagweite beobachtet wurde.

Ich würde hier und in einigen anderen Dingen sicher eine grössere Allseitigkeit angestrebt haben, wenn ich nicht wegen der beschränkten Räumlichkeiten des gegenwärtigen Grazer physikalischen Cabinets meine Versuche mit Ende der Sommerferien hätte abbrechen müssen, und als ich mir ein neues Beobachtungszimmer errungen hatte, gab es so viel Neues zu untersuchen, dass ich an eine Wiederholung der alten Versuche vorläufig nicht denken konnte. Auch hatte ich zu Beginn meiner Versuche weniger die Absicht, die dielektrische Fernwirkung zu einer genauen quantitativen Bestimmung der Diëlektricitätsconstante zu benutzen, als vielmehr nur überhaupt ihre Existenz und Übereinstimmung mit der Theorie nachzuweisen. Eine kleine Ungenauigkeit haftet den eben mitgetheilten Zahlen auch an, weil an denselben die beiden Correctionen nicht angebracht wurden, von denen in §. 12 die Rede sein wird. Die erste Correction wegen der ungleichen Grösse der beiden Kugeln würde hier wohl nur einen ganz verschwindend kleinen Betrag geliefert haben, weil ich hier mit Blattgold überzogene Kugeln verwendete, deren Grösse sich nicht merklich von der der unüberzogenen unterscheidet. Die zweite Correction, welche deshalb anzubringen ist, weil sich die Metallkugel, während auf sie gewirkt wird, nicht ganz an derselben Stelle wie die isolirende befand, konnte ich deshalb nicht anbringen, weil ich nicht immer darauf geachtet hatte, dass das Fernrohr nach dem Vertauschen der Kugeln vollkommen unverrückt blieb.

In §. 10, wo diese Correction ebenfalls angebracht wurde, wird sich zeigen, dass sie sehr klein ist und die Werthe von E durch Anbringen derselben etwas kleiner werden. Aus diesem Grunde dürften auch die in diesem Paragraphe angegebenen Werthe von E ein wenig zu gross sein.

§. 8. Versuche, bei denen die wirkenden Kugeln 5—10 Minuten hindurch gleichnamig geladen war.

Um eine gewisse Übersicht über das Gesetz zu gewinnen, wie die diëlektrische Nachwirkung mit der Zeitdauer der Einwirkung der Elektricität wächst, stellte ich einige Versuchsreihen an, wobei die wirkenden Kugeln sehr lange Zeit hindurch geladen blieben und eine lange Reihe von sich folgenden Umkehrpunkten abgelesen wurde. Sehr störend war hiebei, dass sich allmälig alle Bestandtheile des Apparates elektrisirten, und wäre es weit besser, die Elektricität während kürzerer Zeiträume, die aber in stetiger Reihenfolge von wenigen Hundertstel-Secunden bis mehreren Minuten variirt werden könnten, wirken zu lassen, wozu mir aber ein passender Apparat fehlte. Doch geht wohl aus meinen Versuchen hervor, dass nach etwa 10 Minuten eine Paraffinkugel fast so stark wie eine isolirte leitende angezogen wird; dass dagegen die diëlektrische Polarisation der Schwefelkugel mit wachsender Zeit nicht bedeutend zunimmt.

Von den in den folgenden Tabellen mitgetheilten Ablenkungen ist die erste aus dem ersten, zweiten und dritten, die zweite aus dem dritten, vierten und fünften Umkehrpunkte u. s. w. unter Elimination der Dämpfung bestimmt. Wenn einige Umkehrpunkte nicht beobachtet wurden, so ist die Zeit angegeben, welche von der Ladung der wirkenden Kugeln bis zur Beobachtung der betreffenden Ablenkung verging. Vor und nach der Beobachtungsreihe wurde die Ruhelage bestimmt. Letztere differirte meist zwei bis drei Theilstriche von der ersteren. Es wurde der Berechnung der anfänglichen Ablenkung die erste, der der letzten die zweite, und der Berechnung der mittleren Ablenkung eine mittlere Ruhelage zu Grunde gelegt. Manchmal wurden nach Beobachtung der zweiten Ruhelage die wirkenden Kugeln

entgegengesetzt geladen und dann wieder eine Reihe von Al lenkungen beobachtet, die dann in der Tabelle die Überschri „entgegengesetzt geladen“ tragen.

Metallkugel.

Doppelte Ablenkung der ersten Drehwage	Doppelte Ablenkung der zweiten Drehwage
84	85
84	81
81·2	78·5
84·7	77
84·2	75
84·2	73·8
84·7	72
85·2	71
85·2	70
85·5	69
85·7	68
nach 5 Minuten	
86	65
nach 10 Minuten	
92	58·5

Paraffinkugel.

Doppelte Ablenkung der ersten Drehwage	Doppelte Ablenkung der zweiten Drehwage
56	83
61·7	78
65·2	75·5
67·2	73·5
68·7	72
70·2	71
72	70
72·7	69
74	68
74·7	67
75·5	66·5
76·5	65
77	64·5
nach 5 Minuten	
77·2	63
nach $7^1/_2$ Minuten	
85	59
nach 10 Minuten	
86	57

Colophoniumkugel.

		Entgegengesetzt geladen	
lte ung ten age	Doppelte Ablenkung der zweiten Drehwage	Doppelte Ablenkung der ersten Drehwage	Doppelte Ablenkung der zweiten Drehwage
	207	64	223
	198	69·5	212
	191	71·5	204
	187	73	207·5
	182	74·5	202·5
5	178	75	189
	175	76	185
	173	77	180
5	170	78	177
5	168	79	175
	166	80	172
5	164·5	80·5	169
	161	81·5	168
ıach 5 Minuten		nach 5 Minuten	
5	159	82·5	164
ach 10 Minuten		nach 10 Minuten	
	144	94	146

Schwefelkugel.

Doppelte Ablenkung der ersten Drehwage	Doppelte Ablenkung der zweiten Drehwage	Entgegengesetzt geladen: Doppelte Ablenkung der ersten Drehwage	Entgegengesetzt geladen: Doppelte Ablenkung der zweiten Drehwage
106	176	94·5	293·5
106	169	93·5	275·5
106·5	164	92	264
107	160	92·5	254
107	157	93	245
107·5	158	93·5	239
108	153	93·5	232
109	151	94	227
110	148	95	221
110	146	95·5	215
111	145	96·5	212
111·5	143	97	207
112	142	nach 10 Minuten	
nach 5 Minuten		105·5	175
112·5	141		
113	140		

Diese Tabellen zeigen, dass die Ablenkungen der zweiten Drehwage wegen der Zerstreuung der Elektricität der wirkenden Kugeln beständig abnehmen; die der ersten Drehwage dagegen nehmen zu und zwar kann diese Zunahme zwei Ursachen haben: 1. die allmälige Ladung der in der ersten Drehwage eingehängten Kugel mit derjenigen Elektricität, welche der der wirkenden Kugeln entgegengesetzt ist; 2. die diëlektrische Nachwirkung. Für die Staniolkugel, bei der offenbar nur die erste Ursache thätig sein kann, ist die Grösse, welche wir die reducirte Anziehung nannten, nach 5 Minuten 1·34, nach 10 Minuten 1·59mal so gross als zu Anfang; für die Schwefelkugel ist sie nach 5 Minuten ebenfalls 1·34mal so gross. Nimmt man daher, was freilich nicht bewiesen, aber doch nicht unwahrscheinlich ist, an, dass sich die Schwefelkugel und Staniolkugel in einer ihrer

Anziehung proportionalen Stärke mit Elektricität laden, so ergibt sich selbst nach 5 Minuten keine dielektrische Nachwirkung für Schwefel. Die reducirte Anziehung der Paraffin- und Colophoniumkugel dagegen wächst weit rascher; erstere ist nach 5 Minuten 1·82, nach 10 Minuten 2·237, letztere nach 5 Minuten 1·50, nach 10 Minuten 1·76mal grösser als zu Anfang, was in der dielektrischen Nachwirkung seine Ursache hat. Durch Vergleich mit den an der Staniolkugel angestellten Versuchen findet man, dass nach 10 Minuten die Metallkugel 1·49mal so stark als die Colophonium- und 1·07mal so stark als die Paraffinkugel angezogen wurde. Setzt man also wieder gleiche Zerstreuung der Elektricität an die Luft voraus, so musste nach 10 Minuten die elektrische Polarisation der Paraffinkugel so weit gestiegen sein, dass sie in Folge derselben fast so stark wie eine Metallkugel angezogen wurde, dass also ihre Dielektricitätsconstante schon fast unendlich gross war.

§. 9. Versuche, bei denen die wirkenden Kugeln 1—2 Secunden hindurch geladen waren.

Bei diesen Versuchen wurde zuerst die Ruhelage der beiden Drehwagen bestimmt, dann wurden die wirkenden Kugeln durch den in Fig. 7, Taf. II, dargestellten Apparat geladen und nach 1·82 (oder 0·9) Secunden wieder entladen. Da diese Zeit nur $\frac{8}{99}$ (respective $\frac{1}{28}$) der ganzen Schwingungsdauer war, so konnte die Kraft, mit der die beiden wirkenden Kugeln angezogen wurden, nur aus der Stärke des Impulses berechnet werden, die hiebei beide Drehwagen empfingen. Um diesen Impuls zu bestimmen, wurden nach geschehener Ladung und Wiederentladung der wirkenden Kugeln vier Umkehrpunkte abgelesen.

In Folge dieses Impulses hatte die Amplitude der Schwingungen beider Drehwagen im Allgemeinen zugenommen und man findet unter Vernachlässigung der Dämpfung aus der Zunahme der Amplitude die Stärke des Impulses in folgender Weise. Sei R die in Theilstrichen des im Fernrohre sichtbaren Skalenbildes gemessene Ruhelage einer Drehwage. Die Drehwage schwinge schon vor Ladung der wirkenden Kugeln und zwar seien $R-a$ und $R+a$ die beiden Umkehrpunkte. Im

Momente, wo das Fadenkreuz auf dem Theilstriche $R+s$ steht, werden die wirkenden Kugeln geladen; und zwar übe diese Ladung eine solche Kraft auf die an der Drehwage hängende Kugel aus, dass, wenn diese Kraft unverändert fortwirken würde, das Fadenkreuz um den Theilstrich $R+c$ schwingen würde. c wäre also die von dieser Kraft hervorgebrachte Ablenkung. Die Ablenkung c kann nicht, wie in den vorhergehenden Paragraphen, aus mehreren Umkehrpunkten berechnet werden, da, ehe nur eine einzige Umkehr stattfindet, bereits die wirkenden Kugeln wieder entladen wurden. Das Einzige, was beobachtet werden kann, ist, dass die Schwingungen jetzt nicht mehr wie vorher zwischen den Theilstrichen $R-a$ und $R+a$, sondern zwischen $R-b$ und $R+b$ stattfinden. Man kann jedoch aus den der Beobachtung zugänglichen Grössen a, b und s den Ablenkung c berechnen, welche eingetreten wäre, wenn die Kraft unverändert fortgewirkt hätte. Es ist nämlich

$$2)\quad c=\frac{s}{2}-\sqrt{a^2-s^2}\,\frac{\sin\frac{2\pi\vartheta}{\tau}}{4\sin^2\frac{\pi\vartheta}{\tau}}+\sqrt{\left(\frac{s}{2}-\sqrt{a^2-s^2}\,\frac{\sin\frac{2\pi\vartheta}{\tau}}{4\sin^2\frac{\pi\vartheta}{\tau}}\right)^2+\frac{b^2-a^2}{4\sin^2\frac{\pi\vartheta}{\tau}}}$$

wobei ϑ die Zeit ist, während welcher die wirkenden Kugeln geladen waren, τ aber ist die ganze Schwingungsdauer der Drehwage. $\sqrt{a^2-s^2}$ ist positiv oder negativ zu nehmen, je nachdem im Augenblicke der Ladung der wirkenden Kugeln im Fernrohre das Skalenbild der Umkehrpunkte $R+a$ oder $R-a$ zueilt. Die Ableitungsweise der Formel 2) ist eine so einfache, dass ich nicht glaube, hierauf weiter eingehen zu sollen. Es zeigte sich jedoch bald, dass der Stand der Drehwage im Momente der Ladung, also die Grösse s, nicht mit grosser Schärfe beobachtet werden konnte. Es musste daher nach jeder Beobachtung so lange gewartet werden, bis die Schwingungen beider Drehwagen (also in unserer Formel a und s) sehr klein waren. Dann hatte ein kleiner Fehler in der Bestimmung des Zeitmomentes der Ladung keinen schädlichen Einfluss. Man kann dann an die Stelle der vorhergehenden Formel folgende einfachere benützen:

$$3)\quad c=\frac{b}{2\sin^2\frac{\pi\vartheta}{\tau}}+\frac{s}{2}-\sqrt{a^2-s^2}\,\frac{\sin\frac{2\pi\vartheta}{\tau}}{4\sin^2\frac{\pi\vartheta}{\tau}}$$

Bequemlichkeitshalber wurde zudem meist im Momente eines Umkehrpunktes, also für $s = \pm a$ geladen. Ich lasse nun zunächst wieder sämmtliche mit der Schwefelkugel beobachteten Zahlen folgen, und werde zeigen, wie dieselben der Berechnung unterworfen wurden. In der ersten Verticalcolumne stehen wieder die beobachteten Umkehrpunkte. Wo nur zwei zwischen zwei horizontalen Strichen stehen, wurden sie unmittelbar vor der Ladung beobachtet, um die Grösse a zu bestimmen; ihnen ist rechts immer der betreffende Werth a sowie der beobachtete Werth des s beigegeben. (Alles in Scalentheilen ausgedrückt.) Bei der ersten Drehwage wurden oft diese beiden Umkehrpunkte gar nicht notirt, sondern sogleich die Werthe von a und s ins Beobachtungsbuch eingetragen, wo dann die entsprechenden Rubriken der Tabelle leer stehen.

Nach zwei derartigen Umkehrpunkten folgen immer vier Umkehrpunkte, welche unmittelbar nach der Ladung der wirkenden Kugeln beobachtet wurden und welche ebenfalls zwischen zwei horizontalen Strichen stehen. Zur Berechnung von b wurden blos die beiden ersten verwendet, da sich voraussetzen liess, dass bei denselben etwaige Störungen durch Luftströmungen u. s. w. noch am wenigsten geltend gemacht hätten. Die beiden letzten Umkehrpunkte wurden nur zur Controlle beobachtet und sieht man in der That, dass sich aus denselben immer fast genau dieselben Werthe für c ergeben hätten. Wäre keine Dämpfung vorhanden gewesen, so wäre die Differenz des ersten und zweiten Umkehrpunktes die doppelte Amplitude der Schwingungen, also die Zahl $2b$ gewesen. Die Dämpfung zog ich in folgender Weise in Rechnung. Nehmen wir an, wenn die Drehwage denselben Impuls erhalten hätte, aber gar nicht gedämpft wäre, so wären $R+b$, $R-b$, $R+b$, $R-b$ u. s. w. die sich folgenden Umkehrpunkte. Durch die Dämpfung werde die Amplitude bei jeder Viertelschwingung um d verkleinert, so werden also die Umkehrpunkte der gedämpften Drehwage sein: $R+b-d$, $R-b+3d$, $R+b-5d$, $R-b+7d$ u. s. w. Die Differenz des ersten und zweiten Umkehrpunktes ist also $2b-4d$, die des ersten und dritten Umkehrpunktes ist $4d$.

Wir bekommen also $2b$, indem wir zur ersten Differenz die letztere addiren. Und dies ist die Methode, nach welcher die

rechts von den Umkehrpunkten angemerkten Werthe von $2b$ bestimmt wurden. Ich bemerke übrigens hier wieder, dass es für die Bestimmung des Verhältnisses der Anziehung der Staniol- und Schwefelkugel, das wir ja allein später brauchen werden, gleichgiltig ist, ob und wie man die Dämpfung in Rechnung zieht, wenn man sie nur bei beiden in gleicher Weise in Rechnung zieht (und zwar immer so, dass das daherrührende Correctionsglied der ersten Potenz der Dämpfung proportional ist), denn die Dämpfung selbst ist ja der Ablenkung proportional. Unter den Werthen von $2b$ sind immer die daraus nach Formel 3) berechneten Werthe von c angegeben.

Schwefelkugel.

Erste Drehwage: Umkehrpunkte		Zweite Drehwage: Umkehrpunkte	
494 492	$a = s = 1$	518·2 519·2	$a = s = 0·5$
536 453·5	$2b = 86·5$	442 594	$2b = 154$
532 457	$c = 86·6$	444 592	$c = 153·4$
493·8 492·8	$a = 0·5,\ s = 0$	520 518	$a = s = 1$
543 445	$2b = 102·5$	428 608	$2b = 183$
638·5 449·5	$c = 101·6$	431 605	$c = 182·6$
	$a = -s = 0·5$	518·6 519·2	$a = s = 0·3$
525 463	$2b = 65$	461 576	$2b = 117$
522 466	$c = 64·5$	463 574	$c = 116·5$
	$a = s = 0·5$	518·8 519	$a = s = 0·1$

Erste Drehwage		Zweite Drehwage	
Umkehr-punkte		Umkehr-punkte	
524·5 463·5	$2b = 64$	463 573	$2b = 112$
521·5 466	$c = 63·9$	465 572	$c = 111·5$
	$a = s = 0·5$	518·8 519·0	$a = s = 0·1$
526 462·5	$2b = 66·5$	460·5 576	$2b = 117·2$
523 465	$c = 66·4$	462·2 5·745	$c = 116·7$

Metallkugel

Erste Drehwage		Zweite Drehwage	
Umkehr-punkte		Umkehr-punkte	
512 510	$a = s = 1$	518·8 520	$a = s = 0·6$
576 449	$2b = 133$	463 574·3	$2b = 112·3$
570 454·5	$c = 132·8$	464 572	$c = 112·0$
	$a = s = 1$	519 519·7	$a = s = 0·3$
599 428	$2b = 179·5$	444 593	$2b = 151$
590·5 435·5	$c = 179·1$	446 591	$c = 150·4$
	$a = s = 1$	519 519·2	$a = s = 0·1$
599·5 428	$2b = 180$	444 593	$2b = 151$
591 435	$c = 179·6$	446 591	$c = 150·3$

Erste Drehwage: Umkehrpunkte		Zweite Drehwage: Umkehrpunkte	
	$a=s=0$	519·8 519	$a=s=0·4$
534·5 489	$2b=48$	499 539	$2b=40$
532 491	$c=47·8$	499 538·5	$c=40$
	$a=s=1$	519·1 519·5	$a=s=0·2$
687 346	$2b=359$	369·5 666·5	$2b=302$
669 362	$c=357·7$	374·5 662·5	$c=300·6$

Die Schlagweite zwischen den Kugeln U und V war bei den meisten dieser Versuche ungefähr 2·8 Mm. Bei einigen, die schon durch grössere Werthe des c erkennbar sind, grösser, bei einigen kleiner. Die wirkenden Kugeln waren immer während $\frac{8}{99}$ einer ganzen Schwingung geladen, so dass also

$$\frac{\vartheta}{\tau}=\frac{8}{99},\quad \frac{1}{2\sin\frac{\pi\vartheta}{\tau}}=1·99,\quad \frac{\sin\frac{2\pi\vartheta}{\tau}}{4\sin^2\frac{2\pi\vartheta}{\tau}}=0·77$$

war. Durch Substitution dieser Zahlen und der in der vorhergehenden Tabelle angeführten Werthe von a, b und s in die Formel 3) wurden die Werthe für c berechnet. c ist die Ablenkung, welche die Drehwage erfahren hätte, wenn wie bei den vorhergehenden Versuchen die Elektricität lange Zeit hindurch mit derselben Stärke gewirkt hätte, dabei aber die dielektrische Polarisation nicht fortwährend gewachsen wäre, sondern immer gleich dem Mittelwerthe der während der jetzt zu beschreibenden Versuche stattfindenden Polarisation gewesen wäre. Dividirt man also den für die erste Drehwage gefundenen Werth des c durch den für die zweite Drehwage gefundenen, so gibt der Quotient wieder die Ablenkung, die in der ersten Drehwage durch eine solche Elektricitätsmenge hervorgebracht worden wäre, welche in der zweiten die Ablenkung 1 erzeugt hätte, den ich wieder die reducirte Anziehung der in der ersten Drehwage eingehängten

Kugel nennen will. Der Quotient der reducirten Anziehung der isolirenden Kugel in die der Metallkugel, welcher also angibt, um wievielmal eine leitende isolirte, ursprünglich unelektrische Kugel stärker angezogen wird, als die isolirende, wenn sich letztere unter ganz denselben Umständen befindet und ebenfalls ursprünglich unelektrisch war, soll wieder mit E bezeichnet werden.

In der folgenden Tabelle stelle ich die aus den Zahlen der vorhergehenden Tabelle berechneten Werthe der Grössen c sowie der reducirten Anziehungen und der mit E bezeichneten Grössen übersichtlich zusammen. R ist immer die mittlere Ruhelage der ersten Drehwage. Das Fernrohr wurde während des Umtausches nicht verschoben. Die Zeichen, welche über den Werthen von c angebracht sind, geben an, mit welcher Elektricität die wirkenden Kugeln geladen wurden.

Tabelle 7.

Schwefelkugel $R. = 493,\ \frac{\vartheta}{\tau} = \frac{8}{99}$

	+	+	—	—	+
Erste Drehwage $c =$	86·6,	101·6,	64·5,	63·9,	66·4
Zweite Drehwage $c =$	153·4,	182·6,	116·5,	111·5,	116·7
Reduc. Anziehung der Schwefelkugel $=$	0·565,	0·556,	0·554,	0·573,	0·569
				Mittel	0·563

Metallkugel $R + = 511,\ \frac{\vartheta}{\tau} = \frac{8}{99}$

	+	+	—	—	+
Erste Drehwage $c =$	132·8,	179·1,	179·6,	47·8,	357·7
Zweite Drehwage $c =$	112·0,	150·4,	150·3,	40·0,	300·6
Reduc. Anziehung der Metallkugel $=$	1·186,	1·191,	1·195,	1·195,	1·190
				Mittel	1·191

$E = 2·12$ [1]

[1] Diese Beobachtungsreihe ist die nämliche, welche ich auch in einer der Akademie am 10. October 1872 vorgelegten vorläufigen Mittheilung beschrieben habe. Die dort angegebenen Zahlen für die reducirten Anziehungen stimmen mit den in der obigen Tabelle angegebenen nicht ganz überein, weil ich damals die Dämpfung in etwas anderer Weise in

Dieser Werth für E stimmt sehr nahe mit dem bei längerer Ladung gefundenen. Bei Schwefel ist also keine diëlektrische Nachwirkung bemerkbar. Für die übrigen Substanzen will ich nur die Werthe des c und E in Tabellen zusammenstellen, welche genau wie die Tabelle 7 eingerichtet sind und auch genau in derselben Weise aus den direct beobachteten Zahlen berechnet wurden.

Tabelle 8.

Paraffinkugel $R. = 492$

Erste Versuchsreihe $\frac{\vartheta}{\tau} = \frac{8}{99}$

	+	+	—	—	
Erste Drehwage $c =$	58·2,	43·8,	153·3,	94	
Zweite Drehwage $c =$	130·7,	97·6,	351·8,	200·8	
Reduc. Anziehung $=$	0·445,	0·449,	0·436,	0·468	Mittel 0·450

$E = 2·91$

Zweite Versuchsreihe $\frac{\vartheta}{\tau} = \frac{4}{91}$ (unmittelb. darnach gemacht)

	+	—	—	+	
Erste Drehwage $c =$	41·4,	70·4,	117,	89·7	
Zweite Drehwage $c =$	92·5,	156·6,	269·5,	208·2	
Reduc. Anziehung $=$	0·446,	0·449,	0·434,	0·431	Mittel 0·440

$E = 2·98$

Metallkugel $R = 503, \frac{\vartheta}{\tau} = \frac{8}{99}$

	+	—	—	+	
Erste Drehwage $c =$	158·2,	312·9,	250·5,	190·1	
Zweite Drehwage $c =$	121·4,	238·9,	190·4,	144·4	
Reduc. Anziehung $=$	1·303,	1·309,	1·315,	1·316	Mittel 1·311

Bei Berechnung der in dieser Tabelle mitgetheilten Werthe von E wurden stets die zuletzt mitgetheilten an der Metallkugel unmittelbar nach der Untersuchung der Paraffinkugel beobachteten Zahlen zu Grunde gelegt.

Rechnung zog. Doch stimmen, wie es sein muss, die Werthe für E wieder. Kleine anderweitige Unterschiede, welche von einer verschiedenen Berechnungsweise herrühren, liegen innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler.

Tabelle 9.

Hartgummikugel $R = 514$, $\frac{\vartheta}{\tau} = \frac{8}{99}$

Erste Drehwage $c =$ 65·7, 64, 72·7, 72
Zweite Drehwage $c =$ 101, 101·5, 115·5, 115·1
Reduc. Anziehung $=$ 0·650, 0·630, 0·629, 0·626 Mittel 0·634

Metallkugel $R = 508$, $\frac{\vartheta}{\tau} = \frac{8}{99}$

Erste Drehwage $c =$ 101·2, 201, 141, 181, 149
Zweite Drehwage $c =$ 75·8, 155·6, 108·4, 139·7, 114·2
Reduc. Anziehung $=$ 1·335, 1·292, 1·300, 1·295, 1·305
Mittel 1·307

$E = 2·06$

Tabelle 10.

Colophoniumkugel $R = 520$

Erste Versuchsreihe $\frac{\vartheta}{\tau} = \frac{8}{99}$

Erste Drehwage $c =$ 63·7, 68·5, 49·8, 73·8, 107·5, 136, 137
Zweite Drehwage $c =$ 128·6, 139·2, 104·6, 151, 223·7, 272·6, 277·4
Reduc. Anziehung $=$ 0·495, 0·492, 0·79, 0·488, 0·480, 0·499, 0·494
Mittel 0·489

$E = 1·94$

Zweite Versuchsreihe $\frac{\vartheta}{\tau} = \frac{1}{28}$

Erste Drehwage $c =$ 65·4, 77·4, 78·3
Zweite Drehwage $c =$ 148·1, 177·1, 172·4
Reduc. Anziehung $=$ 0·442, 0·437, 0·454 Mittel 0·444

$E = 2·14$

Metallkugel $R = 527$, $\frac{\vartheta}{\tau} = \frac{8}{99}$

Erste Drehwage $c =$ 138·3, 160·2, 72·9, 79·1, 178, 204·8
Zweite Drehwage $c =$ 146·3, 171·3, 73·5, 83·9, 193, 214·1
Reduc. Anziehung $=$ 0·945, 0·935, 0·992, 0·943, 0·922, 0·957
Mittel 0·949

Da das Zeichen der Elektricität, mit welcher die wirkenden Kugeln geladen wurden, ohnedies nicht von Einfluss war, so habe ich es bei den späteren Versuchen nicht mehr notirt. Doch wurden immer ungefähr gleichviel Beobachtungen mit der einen und anderen Elektricität gemacht. Die Grösse *E* ist bei Colophonium und Paraffin bedeutend grösser als sie sich aus den Versuchen mit länger dauernder Ladung ergab. Die Kugeln aus diesen beiden Substanzen werden also während den ersten Secunden viel weniger angezogen (sind schwächer dielektrisch polarisirt) als in den späteren Stadien der Einwirkung.

Ich bemerke noch, dass die in diesem Paragraphe angegebenen Werthe des *E* das Verhältniss der mittleren Anziehung der isolirenden Kugel während der ganzen Zeit der Einwirkung zu der der Staniolkugel angeben.

§. 10. Beschreibung der im Winter 1873 angestellten Versuche, bei denen das Zeichen der wirkenden Elektricität innerhalb einer Secunde etwa 150mal wechselte.

Diese Versuche unterschieden sich von den im früheren beschriebenen nur dadurch, dass zur Ladung der wirkenden Kugeln der in Fig. 8 dargestellte Apparat benützt wurde. Zuerst wurde die Influenzmaschine in gleichmässige Rotation und die Stimmgabel in Gang versetzt. Während die Ruhelage der Drehwagen bestimmt wurde, lag über den beiden Drähten *k* und *l* ein zur Erde abgeleiteter Draht. Dann wurde derselbe aufgehoben und nun drei sich folgende Umkehrpunkte abgelesen. In dem Momente, wo der vierte Umkehrpunkt eintrat, wurden die wirkenden Kugeln wieder mit der Erde verbunden, damit die Drehwagen nicht in zu heftige Schwingungen kämen.

Da die Umkehrpunkte in beiden Drehwagen nicht absolut gleichzeitig eintraten, so konnte das Resultat fehlerhaft werden, wenn die Influenzmaschine im Verlaufe eines Versuches sehr ungleichförmig wirkte. Um die Wirkung derselben möglichst gleichförmig zu machen, wurden ihre Scheiben wohlgereinigt und die Umdrehungsgeschwindigkeit durch die in §. 4 beschriebene Vorrichtung constant erhalten. Es zeigte sich dann, dass der dritte Umkehrpunkt fast denselben Werth wie der erste hatte

(nur war er wegen der Dämpfung immer ein wenig kleiner), dass also die Maschine sehr gleichförmig wirkte. Die doppelte Ablenkung wurde immer in folgender Weise berechnet. Zum arithmetischen Mittel des ersten und dritten Umkehrpunktes wurde der zweite Umkehrpunkt addirt und von der Summe die doppelte Ruhelage subtrahirt; (für die zweite Drehwage umgekehrt diese Summe von der doppelten Ruhelage subtrahirt). Die Ruhelage wurde unmittelbar vor dem Versuche bestimmt, wo die Drehwagen am wenigsten schwangen; zwischen je zwei Versuchen wurde immer ein wenig ausgesetzt.

Durch diese Berechnungsweise wurde also die Dämpfung eliminirt. Den Quotienten, welchen man erhält, wenn man den Ausschlag der ersten Drehwage durch den der zweiten dividirt, bezeichne ich wieder als die reducirte Anziehung der in der ersten Drehwage eingehängten Kugel. Häufig habe ich blos der bequemeren Division wegen dessen reciproken Werth berechnet, den ich dann kurz als reciproke reducirte Anziehung bezeichne.

Bei diesen Versuchen wurden durchaus neu gemachte Kugeln angewendet. Und zwar waren die Metallkugeln immer mit einem zusammenhängenden Stück Staniol bekleidet, so dass also bezüglich ihrer Leitungsfähigkeit nicht der mindeste Zweifel obwalten konnte.

Es konnte dieser Überzug ebenfalls sehr glatt erhalten werden; nur wurde die Metallkugel ein wenig grösser, was aber der Rechnung unterzogen werden konnte. Da ich auch alle übrigen Apparate zu diesen Versuchen neu zusammenstellen musste, so benutzte ich die Gelegenheit, um eine nicht unwesentliche Verbesserung an den Dimensionen derselben anzubringen. In dem Dimensionenschema sind die Längen, welche die betreffenden Linien bei diesen Versuchen hatten, immer in einer Klammer beigefügt. Die bedeutendste Veränderung erfuhr die zweite Drehwage. Dieselbe hatte nämlich bei den früheren Versuchen zwei Mängel. Erstens war ihre Dämpfung viel kleiner als die der ersten Drehwage, was das gleichzeitige Beruhigen der Schwingungen beider Drehwagen sehr erschwerte; zweitens war die Ablenkung derselben nicht genau der Intensität der wirkenden Kraft proportional. Das letztere kam daher, dass der Wag-

balken der zweiten Drehwage sehr lang war und folglich die an seinem Ende aufgehängte Kugel schon bei sehr kleinen Winkeldrehungen erhebliche Wege zurücklegte.

Beiden Übelstanden begegnete ich dadurch, dass ich die Dämpfung der ersten Drehwage durch Entfernung der in der Goldschachtel befindlichen, den Spiegel umschliessenden Schachtel verkleinerte und dass ich Trägheitsmoment und Wagbalken der zweiten Drehwage ebenfalls verkleinerte. Den letzteren wählte ich gerade so lange, dass die Ablenkung der zweiten Drehwage von der absoluten Proportionalität mit der wirkenden Kraft genau um ebensoviel abwich wie der der ersten Drehwage, so dass also der Quotient der Ausschläge beider Drehwagen nur um kleine Grössen höherer Ordnung sich veränderte, wenn die Elektrisirung der wirkenden Kugeln sich änderte. Die Bedingungen, wann dies stattfindet, sollen in einer zweiten Abhandlung, die demnächst folgen wird, besprochen werden.

Ich hängte nun in die Drehwage zuerst eine Metallkugel ein, und erhielt, wenn die wirkende Kugel während zwei ganzen Schwingungen gleichnamig geladen war, bei neun sich folgenden Versuchen folgende reciproke Anziehungen dieser Metallkugel: +1·00, 1·08, 1·04, —1·31, 1·21, 1·15, 1·10, +1·34, 1·17 (das voranstehende Zeichen gibt immer das Zeichen der Elektricität, mit der die wirkenden Kugeln bei allen folgenden Versuchen geladen wurden. Die Ablenkungen wurden wie bei allen folgenden Versuchen immer aus dem ersten, zweiten und dritten Umkehrpunkte unter Elimination der Dämpfung berechnet). Unmittelbar darauf dagegen, als die wirkenden Kugeln mit der Stimmgabel alternirend geladen wurden, erhielt ich folgende reciproke reducirte Anziehungen: 1·69, 1·30, 1·22, 1·56, 1·32, 1·63, 1·71, 1·44, 1·65, 1·50, 1·67, 1·47, 1·92, 1·64, 1·61, 1·59, 1·52. Man sieht, dass dieselben erheblich von den bei dauernder Ladung gefundenen differiren und auch untereinander wenig übereinstimmen. Die Ursache lag darin, dass sich der Tisch und die Wände des Glaskastens bei dauernder Ladung fast vollständig bei alternirender, aber nur unvollständig mit Elektricität luden, welche Elektricität wieder eine Rückwirkung auf die beweglichen Kugeln ausübte. Denn als ich jene Theile des Tisches und der Glaswände des Glaskastens, die sich in der

Nähe der beweglichen Kugeln befanden, mit zur Erde abgeleitetem Staniol bekleidete, erhielt ich, wenn die Ladung während zwei Schwingungen ihr Zeichen nicht wechselte, der Reihe nach folgende reciproke reducirte Ausschläge für eine Metallkugel:

+1·10, 1·05, —1·10, 1·03, 1·01, 0·98, +1·17, 1·08; 1·06, 1·00, Mittel 1·064

und bei alternirender Ladung durch die Stimmgabel folgende

1·08, 1·10, 1·03, 1·12, 1·06, 1·00, 1·11, 1·08, 1·13, 1·08, 1·16, 1·10, 1·17, Mittel 1·09.

Die von dem Tische und den Wänden ausgehende Wirkung war natürlich, sobald sie nur bei allen Versuchen dieselbe blieb, auf meine Versuche ganz ohne störenden Einfluss.

Ich constatirte ferner neuerdings, dass die übrigen Bestandtheile der Drehwage mit Ausnahme der in die Schellakfäden eingehängten Kugel nicht merklich von der Elektricität afficirt wurden, indem ich die Schwefelkugel in den Haken *o* (Fig. 3) einhängte, so dass also die Drehwage frei schwingen konnte, während die Schwefelkugel sich ganz in der Goldschachtel befand, also gegen jeden Einfluss der Elektricität geschützt war. Die Schellakfäden hingen vermöge ihrer Steifigkeit noch an derselben Stelle herunter. Ich wartete nun so lange, bis das durch den Spiegel der ersten Drehwage erzeugte Scalenbild vollkommen ruhig war und lud nun die wirkenden Kugeln alternirend so heftig, dass die zweite Drehwage den doppelten Ausschlag 82 zeigte. Trotzdem zeigte das vom Spiegel der ersten Drehwage erzeugte Skalenbild nicht die mindeste Bewegung. Nun erst schritt ich zu den definitiven Versuchen. Ich hatte zuerst den Glasfaden *urw* (Fig. 8) nicht eingeschaltet. Dabei ergaben sich die in der ersten mit „ohne Glasröhre“ überschriebenen Verticalreihe der Tabelle zusammengestellten Zahlen; dieselben zeigen ziemliche Unregelmässigkeit, welche daher rührte, dass sich auf den wirkenden Kugeln bei einigen Versuchen eine bestimmte Elektricität allmälig in Überschuss entwickelte. Ich überzeugte mich hievon dadurch, dass ich die wirkenden Kugeln während sehr vieler Schwingungen der Drehwagen fortwährend durch die Stimmgabel alternirend lud; dann wurde die aus den späte-

ren Umkehrpunkten berechnete reducirte Anziehung immer mehr und mehr unregelmässig und zwar meist grösser als die aus den ersten Umkehrpunkten berechnete, was daher rührte, dass sich die wirkenden Kugeln immer mehr und mehr mit Elektricität von einem bestimmten Zeichen luden. Ich schaltete deshalb die mit Wasser gefüllte Glasröhre *uvw* ein, durch welche ein derartiger einseitiger elektrischer Überschuss abfloss, ohne dass die alternirende Ladung bedeutend geschwächt wurde.

Ich stelle nun wieder die an den Kugeln aus den verschiedenen Substanzen gefundenen Resultate übersichtlich zusammen; und zwar steht immer an der Spitze der Tabellen die mit $2R$ bezeichnete doppelte Ruhelage der ersten Drehwage. Dann folgen (mit $2A$ bezeichnet) die Grenzen, zwischen denen der doppelte Ausschlag der ersten Drehwage bei allen in der betreffenden Verticalreihe lag; hierauf sind die reducirten Anziehungen der in der ersten Drehwage eingehängten Kugel (oder deren reciproke Werthe) angegeben, im letzteren Falle ist die erste dem Mittel das Zeichen * beigefügt. Dann folgt (mit M bezeichnet) deren Mittelwerth und schliesslich der Quotient E der reducirten Anziehung der isolirenden Kugel in die der Metallkugel, wobei wieder die bei den verschiedenen Versuchen gefundenen reducirten Anziehungen der Metallkugel immer durch jene reducirte Anziehung der isolirenden dividirt werden, welche sich bei Versuchen ergab, bei denen die zweite Drehwage nahezu denselben Ausschlag zeigte. Von der Bedeutung der Grösse E wird in §. 12 die Rede sein.

Tabelle 11. (Colophonium.)

Erste Versuchsreihe ohne Glasfaden		Zweite Versuchsreihe Colophoniumkugel	Zweite Versuchsreihe Metallkugel	Dritte Versuchsreihe Colophoniumkugel	Dritte Versuchsreihe Metallkugel
		$2R = 806$	$2R = 806$	$2R = 818$	$2R = 812$
$2A$ 10—17	$2A$ 26—32	$2A$ 13—15	$2A$ 29—33	$2A$ 12—14	$2A$ 30—35
3·46*	3·11*	3·30*	1·04*	3·19*	1·04*
3·32	3·20	3·21	1·02	3·08	1·04
3·67	3·00	3·10	1·02	3·10	1·05
3·00	2·98	3·14	1·03	3·14	1·03
3·24	3·25	3·13	1·03	3·00	1·04
3·11	3·25	3·24	*M* 1·03*	3·12	1·02
3·23	3·21	3·31		3·29	1·03
3·28	3·20	3·13		3·15	1·03
3·09	3·21	*M* 3·195*		3·09	1·05
3·20	3·15			3·14	*M* 1·037*
2·92	3·16			3·21	
2·80	3·17			3·18	
2·66	*M* 3·16*			*M* 3·141*	
M 3·15*					

Zweite Versuchsreihe:

$E' = 3 \cdot 102$

$\frac{V_i}{V_m} E' = 3 \cdot 092$

$2(R_m - R_i) = 0, \; 2(A_m - A_i) = 17$

$E = 3 \cdot 058$

Dritte Versuchsreihe:

$E = 3 \cdot 029$

$\frac{V_i}{V} E' = 3 \cdot 019$

Tabelle 12. (Schwefel.)

Schwefelkugel		Metallkugel	
$2R = 814$		$2R = 815$	
$2A$ 14—17	$2A$ 10—12	$2A$ 40—64	$2A$ 14—15
1·61	1·64*	1·30	1·29
1·63	1·64	1·32	1·32
1·66	1·63	1·32	1·31
1·60	1·61	1·32	1·27
$2A$ 19—23	1·61	1·34	1·30
1·64	1·61	1·33	1·30
1·64	1·63	1·32	1·29
1·63	1·61	1·33	M 1·30
1·60	M 1·622*	1·33	
1·64	$E' = 2·109$	1·34	
1·62	$\frac{V_i}{V_m} E' = 2·039$	1·32	
1·63		1·32	
M 1·629*	$2(R_m - R_i) = 1,$	M 1·324	
$E' = 2·156$	$2(A_m - A_i) = 4$		
$\frac{V_i}{V_m} E' = 2·085$	$E = 2·032$		
$E = 2·035$			

Die Zahlen der ersten und zweiten Verticalreihe, ebenso die der dritten und vierten, wurden unmittelbar nacheinander beobachtet. Bei Bildung von E' wurden die sieben letzten Zahlen der ersten Verticalreihe mit den Zahlen der dritten, die der zweiten mit denen der vierten combinirt.

Tabelle 13. (Hartgummi unabgewaschen.)

Hartgummikugel $2R = 815$		Metallkugel $2R = 818$		
$2A$ 10—12	$2A$ 15—18	$2A$ 28—30	$2A$ 36—38	$2A$ 16—17
2·52*	2·50*	1·09*	1·14*	1·09*
2·58	2·45	1·09	1·12	1·11
2·50	2·55	1·12	1·09	1·16
2·50	2·56	1·09	1·09	1·11
2·53	2·51	1·11	1·10	1·11
2·58	2·58	1·09*	1·09	M 1·116*
2·57	2·58	M 1·10*	M 1·105*	
M 2·54*	2·53			
$E' = 2·310$	2·54			
$\frac{V_i}{V_m} E' = 2·215$	2·53			
$2(R_m - R_i) = 3$,	M 2·533*			
$2(A_m - A_i) = 18$	$E' = 2·292$			
$E = 2·185$	$\frac{V_i}{V_m} E' = 2·198$			
	$2(R_m - R_i) = 3$,			
	$2(A_m - A_i) = 20$			
	$E = 2·168$			

Die Zahlen für die Hartgummi- sowie die für die Metallkugel wurden unmittelbar nacheinander beobachtet. Bei Bildung von E' wurden die der ersten Verticalreihe mit denen der dritten, die der zweiten mit denen der vierten combinirt.

Tabelle 14. (Hartgummi mit CS_2 gewaschen.)

Hartgummikugel	Metallkugel	Hartgummikugel	Metallkugel
$2R = 803$	$2R = 803$	$2R = 806$	$2R = 809$
$2A$ 13—15	$2A$ 35—37	$2A$ 16—20	$2A$ 27—29
1·70*	1·43	1·72*	1·40
1·70	1·38	1·72	1·41
1·69	1·40	1·69	1·38
1·66	1·45	1·72	1·43
1·78	1·35	1·68	1·37
1·69	1·37	1·73	1·35
1·76	1·40	1·72	1·37
1·67	1·40	1·70	1·36
1·67	1·40	1·68	*M* 1·383
1·70	1·41	1·72	
1·69	1·42	1·72	
1·67	1·40	1·70	
1·68	1·40	*M* 1·708*	
1·70	*M* 1·40		
1·69			
1·67			
M 1·695*			

$E' = 2·373$

$\frac{V_i}{V_m} E' = 2·276$

$2(R_m - R_i) = 0,$

$2(A_m - A_i) = 22$

$E = 2·245$

$E' = 2·362$

$\frac{V_i}{V_m} E' = 2·265$

$2(R_m - R_i) = 3,$

$2(A_m - A_i) = 10$

$E = 2·246$

Tabelle 15. (Paraffin.)

Paraffinkugel		Metallkugel
$2R = 814$		$2R = 821$
$2A$ 10—14	$2A$ 15—17	$2A$ 40—50
2·76*	2·90*	1·27
2·83	2·77	1·26
2·81	2·79	1·28
2·79	2·79	1·28
2·77	2·68	1·28
2·86	2·68	1·28
2·85	2·79	1·26
2·65	2·72	1·26
2·77	2·75	1·30
2·78	2·80	1·27
2·79	2·47	1·24
2·80	2·81	1·28
2·83	2·84	1·28
2·76	M 2·753	1·27
2·76	$E' = 3·502$	M 1·272
2·74	$\frac{V_i}{V_m} E = 3·393$	
2·76	$2(R_m - R_i) = 7,$	
2·60	$2(A_m - A_i) = 29$	
2·79	$E = 3·315$	
2·70		
2·67		
2·60		
2·68		
2·59		
2·68		
[M] 2·745*		
$E' = 3·491$		
$' = 3·382$		
$-R_i) = 7,$		
$-A_i) = 33$		
$= 3·296$		

Die drei Verticalreihen wurden in derselben Reihenfolge beobachtet, in der sie aufgeschrieben sind. Bei Berechnung von E wurden sowohl die Zahlen der ersten als auch der zweiten Verticalreihe mit denen der dritten combinirt.

§. 11. Ausführliche Mittheilung der auf den Schwefel bezüglichen Zahlen.

Ich will wieder als Muster in den folgenden Tabellen die zehn ersten Versuche ausführlich mittheilen, welche sowohl mit der Schwefelkugel als auch der dazu gehörigen Metallkugel angestellt wurden. Für jede Drehwage stehen wieder in der ersten Verticalreihe sämmtliche der Reihe nach beobachteten Umkehrpunkte. Je zwei Versuche sind durch eine Horizontallinie getrennt. Die ersten beiden Umkehrpunkte jedes Versuches wurden beobachtet, während die wirkenden Kugeln unelektrisch waren; die aus diesen beiden Umkehrpunkten berechnete doppelte Ruhelage ist denselben rechts (mit $2R$ bezeichnet) beigefügt; nun erst wurden die wirkenden Kugeln alternirend geladen und die drei folgenden Umkehrpunkte beobachtet (die wir mit a, b, c bezeichnen wollen). Denselben ist rechts beigefügt: Erstens die doppelte Ablesung, um welche das Fadenkreuz während derselben schwang (also die Grösse $b + \frac{a+c}{2}$), zweitens die doppelte Ablenkung (also die Grösse $\pm [b + \frac{a+c}{2} - 2R]$). Die erstere ist in der Tabelle mit $2B$, die letztere mit $2A$ bezeichnet.

Tabelle 16.

Schwefelkugel.

Erste Drehwage: Umkehrpunkte		Zweite Drehwage: Umkehrpunkte	
	2*R* 813·2	449	2*R* 900
		451	
422·5	2*B* 829·7	423·4	2*B* 873·5
407·5	2*A* 16·5	449·7	2*A* 26·5
422		424·2	
	2*R* 813	452·2	2*R* 900
422	2*B* 829·2	447·8	
407·5	2*A* 16·2	425·5	2*B* 873·5
421·5		448	2*A* 26·5
		425·5	
	2*R* 813	451·1	2*R* 899·9
421·5	2*B* 830·5	448·8	
409·5	2*A* 17·5	424·7	2*B* 871·8
420·5		446·5	2*A* 28·1
		426	
	2*R* 813	447	2*R* 898·3
421	2*B* 827·4	451·3	
406·5	2*A* 14·4	426·3	2*B* 875·3
420·7		449·0	2*A* 23·0
		426·3	
	2*R* 8131	448·2	2*R* 899·2
425·7	2*B* 832·6	451	
407·2	2*A* 19·5	416·4	2*B* 867·1
425		450	2*A* 32·1
		417·8	

Erste Drehwage		Zweite Drehwage	
Umkehr- punkte		Umkehr- punkte	
	2*R* 813·1	451 448	2*R* 899·0
427·5	2*B* 833·5	417·3	2*B* 865·5
406·7 426	2*A* 20·4	449·3 415·1	2*A* 335
		447·1	
	2*R* 813·5	451·7	2*R* 898·8
425·5	2*B* 832·6	417·4	2*B* 8676
407 425·7	2*A* 19·1	450·2 417·4	2*A* 31·2
	2*R* 813·6	452·2 4473	2*R* 899·5
427	2*B* 834·8	416·5	2*B* 865·4
408·2 426·3	2*A* 21·2	448·4 417·6	2*A* 34·1
	2*R* 814·0	453·8 446·0	2*R* 899·8
427·7	2*B* 836·2	413·2	2*B* 863·3
409 426·8	2*B* 22·2	449·2 415	2*A* 36·5
	2*R* 814·0	455·9 444	2*R* 899·9
427·7	2*B* 835·6	413	2*B* 865·0
408·5 426·5	2*A* 21·6	451·1 414·8	2*A* 34·9



Metallkugel

Erste Drehwage		Zweite Drehwage	
Umkehrpunkte		Umkehrpunkte	
		448·7	2*R* 899·5
	2*R* 816	450·8	
444·0	2*B* 855·5	423	2*B* 869·4
410·2	2*A* 39·5	447·8	2*A* 30·1
446·5		490·2	
406·5	2*R* 814·7	450·2	2*R* 898·8
408·2		448·6	
454·2	2*B* 862·4	413·9	2*B* 862·7
408·5	2*A* 47·7	448·9	2*A* 36·1
453·5		413·8	
406·5	2*R* 813·7	451·8	2*R* 898·8
407·2		447	
449·2	2*B* 860·7	416·1	2*B* 863·2
411·5	2*A* 47·0	447·1	2*A* 35·6
449·2		413·1	
	2*R* 814·4	431·3	2*R* 898·9
456		4476	
409·8	2*B* 865·4	411·1	2*B* 860·5
455·2	2*A* 51·0	449·4	2*A* 38·4
		411·1	
406·7	2*R* 814·3	451 7	2*R* 898·7
740		447·0	
459	2*B* 868·3	408·6	2*B* 858·6
408·5	2*A* 54·0	450·9	2*A* 40·1
460 6		406·9	

Erste Drehwage Umkehrpunkte		Zweite Drehwage Umkehrpunkte	
	$2R$ 814·9	450·0	$2R$ 898·5
458·5	$2B$ 871·7	448·5	
413·4	$2A$ 56·8	411·8	$2B$ 855·8
458·0		444·0	$2A$ 42·7
		411·8	
	$2R$ 815	453·0	$2R$ 898·7
463·5	$2B$ 872·2	445·7	
408·2	$2A$ 57·2	405·8	$2B$ 855·4
464·5		450·2	$2A$ 43·3
		404·6	
	$2R$ 814·6	453·7	$2R$ 898·0
4636	$2B$ 874·0	444·3	
4099	$2A$ 59·4	405·1	$2B$ 853·6
4646		449·0	$2A$ 44·4
		404·0	
	$2R$ 814·2	454·4	$2R$ 898·1
468	$2B$ 877·6	443·7	
409·5	$2A$ 63·4	400·4	$2B$ 850·0
468·2		450·0	$2A$ 48·1
		399·7	
	$2R$ 814	455·0	$2R$ 898·0
451·7	$2B$ 864·4	443·0	
412·8	$2A$ 50·4	414·7	$2B$ 860·4
451·5		445·7	$2A$ 37·6
		414·7	

§. 12. Über zwei an den Werthen von E' anzubringende Correctionen.

Die mit E' bezeichneten Zahlen, welche den Quotienten der Anziehung einer isolirenden Kugel in die einer unter denselben Umständen befindlichen leitenden angeben, bedürfen noch zweier Correctionen. Erstens war das Volum der Metallkugel bei diesen Versuchen nicht genau gleich dem der isolirenden.

Wir werden später sehen, dass die Anziehung direct dem Volum proportional ist. Um also das Verhältniss zu finden, in dem beide Anziehungen gestanden wären, falls die Metallkugel dasselbe Volum, wie die isolirende gehabt hätte, muss die Zahl E' mit dem Volumen V_i der isolirenden Kugel multipliciren und durch das Volumen V_m der Metallkugel dividiren. Folgendes waren die aus dem Gewichtsverluste in destillirtem Wasser berechneten Volumina:

	Volum V_i der isolirten Kugel	Spec. Gewicht der isolir. Kugel	Volum V_m d. dazugehörig. Metallkugel
Schwefel	1·582 CCm.	1·027 CCm.	1·637 CCm.
Hartgummi	1·519	1·171	1·584
Colophonium . . .	1·527	1·076	1·532
Paraffin	1·434	0·912	1·480

In §. 10 sind nach den Werthen von E' jedesmal die von $E'\frac{V_i}{V_m}$ angegeben. An denselben ist noch eine zweite Correction anzubringen, welche daher kommt, dass die Metallkugel, während die Elektricität auf sie wirkte, im allgemeinen nicht genau an derselben Stelle hing, wie die isolirende. Aus den im Dimensionenschema angegebenen Zahlen findet man mit Leichtigkeit, dass sich das Centrum der Kugel L (Fig. 4) dem der Kugel M um 0·02185 Mm. näherte, wenn die erste Drehwage einen Ausschlag von einem Theilstrich zeigte (d. h. wenn sich das im Fernrohre sichtbare Scalenbild um einen Theilstrich (Millimeter) nach der Seite der grösseren Zahlen verschob). Ist R_m die Ruhelage, während die Metallkugel, R_i die, während die isolirende Kugel eingehängt war, und ist ferner A_m die durchschnittliche Ablenkung im ersten, A_i der im zweiten Falle, so war das Scalenbild

im Fernrohre, während die Elektricität auf die Metallkugel wirkte, durchschnittlich um $R_m - R_i + A_m - A_i$ Theilstriche nach der Seite der grösseren Zahlen verschoben im Vergleiche mit seiner Lage, während die Elektricität auf die isolirende Kugel wirkte.

Das Centrum der Metallkugel war also dem der wirkenden um $0 \cdot 01255\,(R_m - R_i + A_m - A_i)$ Mm. näher als das der isolirenden, wenn man die Momente ins Auge fasst, in denen auf beide gewirkt wurde. Nun war die Distanz der Centra der Kugeln L und M nahe 49 Mm. und wir werden im zweiten Theile dieser Abhandlung sehen, dass die Anziehung sowohl der Metall- als auch der isolirenden Kugel der fünften Potenz der Distanz ihres Centrums von dem der wirkenden Kugel verkehrt proportional ist. Es gilt dies in voller Strenge freilich nur, wenn blos die Kugeln aufeinander wirken, während hier auch der elektrisirte Tisch eine kleine Einwirkung ausübte. Allein letztere war, wenn sie auch bei der zweiten Drehwage einen etwas grösseren Werth hatte, bei der ersten, wo sich die beiden Kugeln, die aufeinander wirkten, so nahe standen, sicher verschwindend gegen die Wechselwirkung der Kugeln. Zudem ist ja die Correction, welche wir jetzt anbringen wollen, selbst ausserordentlich klein: ein unbedeutender Fehler bei Bestimmung dieser Correction also jedenfalls einflusslos. Hätte sich also die Metallkugel genau an derselben Stelle wie die isolirende befunden, so hätte sie eine

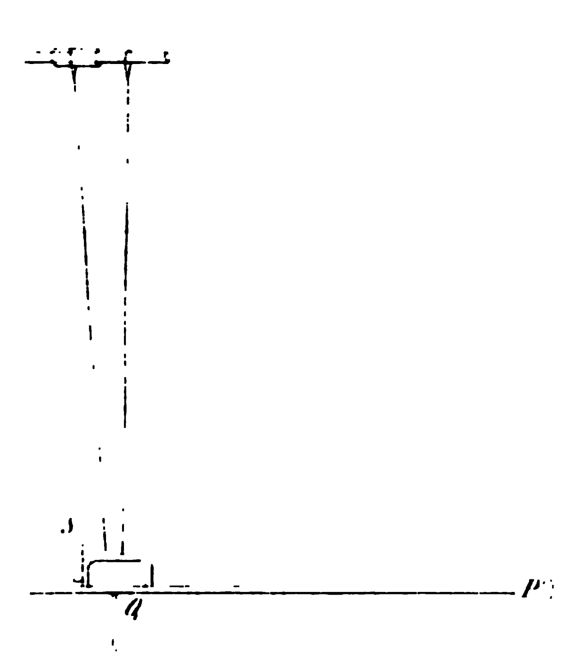
$$\left[\frac{49}{49 + 0 \cdot 01255\,(R_m - R_i + A_m - A_i)}\right]^5$$

mal so starke Anziehung erfahren, als sie thatsächlich erfuhr. Um also die durch die Anziehung der isolirenden Kugel dividirte Anziehung E zu erhalten, welche die Metallkugel erfahren hätte, wenn sie genau an derselben Stelle gehängt hätte, muss $E' \frac{V_i}{V_m}$ noch mit

$$\left[\frac{49}{49 + 0 \cdot 01255\,(R_m - R_i + A_m - A_i)}\right]^5 = 1 - 0 \cdot 00128\,(R_m - R_i + A_m - A_i)$$

multiplicirt werden. Die in dieser Weise berechneten Werthe von E sind am Schlusse der Tabellen des §. 10 angegeben.

Taf. I.



¼ der natürl. Grösse

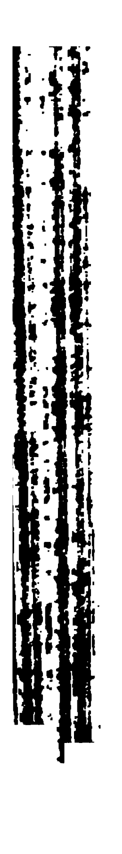
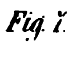


Fig. 7.



Schlüssel der
zur Inft masch
führt.

W c a b V V

k + r – s

Fig. 9.

h p e i q

p 10 67 82 212 84 Drehpunkt Q 212 150 P 16

Spiegel E

... in 22 ½ Sec. Trägh mom. 44900 Mill ²,
... Winkel unbek. Distanz d Fernrohr

2 Drehungs gleiche Schwing Dauer, Trägh mom
145000 x Mill ² x Masse eines Gramm

§. 13. Beiläufige Schätzung der Menge der überschüssigen Elektricität.

Es ist selbstverständlich, dass trotz der angegebenen Vorsichtsmassregeln bei der alternirenden Ladung der wirkenden Kugeln die Menge der wirkenden positiven Elektricität nicht absolut gleich war der Menge der wirkenden negativen. Ich stellte daher Versuche an, um wenigstens beiläufig schätzen zu können, um wie viel die eine Menge die andere übertraf, was ich immer den Elektricitätsüberschuss nennen will. Derselbe könnte einen doppelten schädlichen Einfluss haben. Erstens wirkt er auf die Elektricitätsmenge, welche vor Anstellung des Versuches schon auf der in der ersten Drehwage hängenden Kugel vorhanden war (ich werde in der Anmerkung zu diesem Paragraph zeigen, dass diese Wirkung jedenfalls verschwindend war); zweitens erzeugte er ebenfalls eine dielektrische Polarisation, wovon zu Ende dieses Paragraphs die Rede sein wird.

Um diesen Elektricitätsüberschuss zu bestimmen, verfuhr ich folgendermassen: Ich hängte in die erste Drehwage eine Metallkugel ein; ihre reducirte Anziehung betrug, wenn sie ungeladen war, etwa 1·4. Nun lud ich sie ziemlich stark mit positiver Elektricität. Wurden jetzt die wirkenden Kugeln dauernd negativ geladen, so zeigte die erste Drehwage die doppelte Ablenkung 323, die zweite aber 11·2; die reducirte Anziehung war also 29. Lud ich dagegen die wirkenden Kugeln positiv, so zeigte die erste Drehwage die doppelte Ablenkung 5·34 nach der entgegengesetzten Seite, während die zweite die doppelte Ablenkung 214 zeigte. Die reducirte Anziehung war also 25. Die in der ersten Drehwage hängende Kugel war also mit einer solchen Elektricitätsmenge geladen, dass sie durchschnittlich 27mal so stark abgelenkt war, als die in der ersten Drehwage hängende [1]. Nun lud ich die wirkenden Kugeln, ganz nach der-

---

[1] Diese Elektricitätsmenge lässt sich mittelst der in den §§. 6 und 7 mitgetheilten Versuchen mit derjenigen vergleichen, welche bei den übrigen Versuchen gewöhnlich vor Anstellung des Versuches auf der Kugel der ersten Drehwage vorhanden war. Aus denselben folgt nämlich, dass die Wirkung der Elektricität der wirkenden Kugeln auf die letztere Elektricitätsmenge höchstens den reducirten Ausschlag 0·1 hervorgebracht

selben Methode, welche bei allen im §. 10 beschriebenen Versuchen angewendet wurde, alternirend und erhielt die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Ablenkungen.

Tabelle 17.

Erste Drehwage.	Zweite Drehwage.	
	Beobachtet	Berechnet
21·6	25·0	30·2
21·4	16·5	30·2
22·8	14·0	31·9
21·6	23·5	30·2
21·0	33·0	29·4
20·9	26·5	29·3
21·1	31·5	29·5.

Wäre die Kugel, die in der ersten Drehwage hing, unelektrisch gewesen, so wäre ihre reducirte Anziehung 1·4 gewesen; sie hätte also die in der letzten Columne zusammengestellten doppelten Ablenkungen erfahren. Die Differenzen der Zahlen der vorletzten und letzten Columne rühren also von der Wirkung der überschüssigen Elektricität auf diejenige Elektricität her, mit welcher die Kugel der ersten Drehwage geladen war. Trotz der enormen Grösse der letzteren sind diese Differenzen mässig gross. Wie ich bereits in der Anmerkung zeigte, folgt hieraus, dass der Elektricitätsüberschuss bei denjenigen Substanzen, welche keine erhebliche dielektrische Nachwirkung zeigen, also vor allen beim Schwefel, ohne Schaden ist. Doch schien dieser Überschuss periodisch hin und her zu schwanken, was offenbar mit der periodischen Drehung der Influenzmaschine zusammen-

---

hätte; dass also die erstere Elektricitätsmenge etwa 270mal so gross, als die letztere war. Die Fehler, welche durch die Wirkung der bei der alternirenden Ladung überschüssigen Elektricität auf die letztere Elektricitätsmenge bewirkt wurden, mussten also etwa 270mal kleiner sein als die vermöge der Wirkung auf die erstere, d. h. als die Differenzen der zweiten und dritten Columne der Tabelle 17. Sie mussten also ganz verschwinden. Es war durchaus kein Grund vorhanden, wesshalb bei den Versuchen mit alternirender Ladung wesentlich mehr Elektricität auf der Kugel der ersten Drehwage gewesen sein sollte, als bei den in den §§. 6 und 7 beschriebenen.

agt. In Folge dessen könnte bei den Substanzen mit dielek-
scher Nachwirkung die Grösse E etwas fehlerhaft erhalten
rden.

Ich fand übrigens seitdem eine weit bessere Methode, diesen
ektricitäts-Überschuss zu prüfen, nämlich: durch gleichzeitige
nschaltung eines stark geladenen Elektrometers. Nach dieser
thode hoffe ich demnächst eingehendere Untersuchungen hier-
er anstellen zu können.

XXI. SITZUNG VOM 24. JULI 1873.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Über die Monochlorcitraconsäure“ und vorläufige Mittheilung „Über eine aus Citraconsäure entstehende Trichlorbuttersäure“, beide vom Herrn Prof. Dr. J. Gottlieb in Graz.

„Über den Widerstand einer Kreisscheibe bei verschiedener Lage der Elektroden“, vom Herrn Karl Domalip, Assistenten für Physik am deutschen Polytechnikum in Prag.

„Studien zur Physiologie des Herzens und der Blutgefässe. III. Abhandlung: „Über die directe elektrische Reizung des Säugethierherzeus“, vom Herrn Dr. Sigmund Mayer, Assistenten am physiolog. Institute an der Universität zu Prag.

„Experimentaluntersuchung über die elektrostatische Fernwirkung dielektrischer Körper“, vom Herrn Prof. Dr. L. Boltzmann in Graz.

„Analoga zum Doppelstrom der Erd-Elektricität“, vom Herrn Jos. Kregau in Görz.

Herr Prof. Dr. Ed. Suess legt eine Abhandlung: „Über den Aufbau der mitteleuropäischen Hochgebirge“ vor.

Herr Hofrath Dr. H. Hlasiwetz überreicht zwei Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium der Universität Innsbruck, und zwar: 18. „Über ein Condensationsproduct aus der Oxybenzoësäure“, von den Herren L. Barth und C. Senhofer; 19. „Über Phenoltrisulfosäure“, vom Herrn C. Senhofer.

Herr Regierungsrath Dr. K. v. Littrow macht eine Mittheilung über die bisher gelungenen Positionen des am 3. Juli vom Herrn W. Tempel in Mailand entdeckten Kometen.

Herr Prof. Dr. Ad. Lieben aus Prag übergibt eine Abhandlung „über die aus roher Gährungsbuttersäure abgeschiedene Capronsäure“, nebst einer Note des Herrn Kottal „über die mit Hilfe dieser Säure bereiteten Salze“.

Herr Dr. K. Heitzmann überreicht die fünfte und letzte seiner „Untersuchungen über das Protoplasma“, betitelt: „die Entzündung der Beinhaut, des Knochens und des Knorpels“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte der mathem.-physik. Classe. 1873. Heft. I. München; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigenblatt). 11. Jahrgang, Nr. 21. Wien, 1873; 8°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLVII', Nr. 186. Genève, Lausanne, Paris, 1873; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 1. Paris, 1873; 4°.

Cooke, M. C., Handbook of British Fungi. London & New-York, 1871; 8°.

Gesellschaft der Künste und Wissenschaften, Provinzial Utrecht'sche: Verslag. 1872. Utrecht; 8°. — Aanteekeningen. 1871 & 1872. Utrecht; 8°. — De Spectatoriale Geschriften van 1741—1800. Door J. Hartog. (Gekrönte Preisschrift.) Utrecht, 1872; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 29. Wien, 1873; 4°.

Instituut, k. Nederlandsch meteorogisch: Nederlandsch meteorologisch Jaarboek voor 1868. II. Deel; voor 1872, I. Deel. Utrecht, 1872; Quer-4°. — Suggestions on a Uniform System of Meteorological Observations. Utrecht, 1872; gr. 8°.

Isis: Sitzungsberichte. Jahrgang 1873, Nr. 1—3. Dresden; 8°.

Lotos. XXIII. Jahrgang, Mai & Juni 1873. Prag; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873. Heft VII. Gotha; 4°.

Museum Francisco-Carolinum: XXX. Bericht. Linz, 1871; 8°.

Nature. Nr. 194, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Peabody Institute: VI[th] Annual Report. 1873. Baltimore; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1873, Nr. 8. Wien; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. III[e] Année, 2[e] Série, Nr. 3. Paris, 1873; 4°.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XIX[e]. 1872. Comptes rendus 4. Paris; 8°.

— des Ingénieurs civils: Séances du 24 Janvier; 7 et 21 Février; 7 et 21 Mars; 4 et 18 Avril; 2 et 26 Mai; 6 et 27 Juin 1873. Paris; 8°.

— Hollandaise des Sciences à Harlem: Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles. Tome VII, 4[e]—5[e] Livraisons. La Haye, Bruxelles, Paris, Leipzig, Londres & New York, 1872; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 29. Wien, 1873; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang, 9. Heft. Wien, 1873; 4°.

Über die Monochlorcitraconsäure.

Von dem w. M. Dr. **J. Gottlieb.**

Im Verfolge meiner Untersuchungen über die Entstehung und Eigenschaften der Monochlorcitramalsäure (s. diese Berichte Bd. 44, II. Abtheilung, S. 225) habe ich mich auch mit der dort erwähnten Monochlorcitraconsäure beschäftigt, über deren Eigenschaften ich im Folgenden berichte.

Sie bildet sich reichlich beim Erhitzen der Monochlorcitramalsäure, indem diese in Wasser und Monochlorcitraconsäure-Anhydrid zerfällt ($\Theta_5H_7Cl\Theta_5 = \Theta_5H_3Cl\Theta_3 + 2H_2\Theta$), doch verläuft dieser Vorgang nicht, ohne dass, wenn auch nur in geringer Menge, verschiedene Nebenproducte entstehen. Die in der oben citirten Abhandlung erwähnte Methode, die Säure aus dem Abdampfungsrückstande der durch Behandlung der Citraconsäure mit Chlorwasserstoff und chlorsaurem Kalium oder Königswasser gewonnenen Monochlorcitramalsäure zu bereiten, liefert nur eine geringe Ausbeute.

Behufs der Darstellung aus deutlich krystallisirter, farbloser Monochlorcitramalsäure erwärmte ich diese, gröblich gepulvert, in Partien von 20—30 Gr. mittelst eines Luftbades in Glasretorten. Diese waren durch einen, nicht vollkommen schliessenden Kork mit einer Vorlage verbunden, welche nicht gekühlt zu werden brauchte, und worin sich hauptsächlich das bei der Zerlegung bildende Wasser ansammelte. Die sublimirte Säure verdichtete sich fast vollständig in dem Halse der Retorte in Gestalt von farblosen, breiten Krystallblättern und dichten krystallinischen Krusten, welche, sobald sie sich reichlich angesammelt hatten, herausgeschafft wurden, was ich so oft wiederholte, bis der Rückstand eine dunkelbraune, glasige Masse

bildete, deren Menge übrigens immer unbedeutend war. Dabei ging mit der Monochlorcitraconsäure stets eine, wie es scheint flüssige, jedenfalls aber namhaft flüchtigere Substanz über, welche sich durch einen, die Nasenschleimhäute ausserordentlich heftig afficirenden Geruch auszeichnet, während als fester Gemengtheil des Sublimates immer noch merkliche Mengen von unzerlegt verflüchtigter Monochlorcitramalsäure angetroffen wurden.

Behufs der Reinigung dieses Rohproductes wurde dasselbe zunächst durch etwa eine Stunde der Luft ausgesetzt, wobei sich neben etwas Wasser auch ein guter Theil des erwähnten stark riechenden Körpers verflüchtigte, worauf der Rückstand durch Sublimation bei möglichst niedriger Temperatur (etwa 60° C.) zunächst von der beigemengten Monochlorcitramalsäure befreit wurde, welche ich bei einer folgenden Operation in Monochlorcitraconsäure umwandelte. Durch eine zweite Sublimation, während welcher der letzte Rest der übelriechenden Substanz entwich, konnte die Säure völlig rein erhalten werden.

So hergestellt, bildet das Monochlorcitraconsäure-Anhydrid grössere, glänzende, farblose Krystallblättchen, welche einen angenehmen, aromatischen Geruch verbreiten und an der Luft allmälig verschwinden. Sein Dampf afficirt die Nasenschleimhäute heftig. Der Schmelzpunkt desselben liegt genau bei 100° C., während es sich schon bei merklich niederer Temperatur,. ohne zu schmelzen, sublimiren lässt. Weingeist und Äther lösen es sehr leicht und reichlich; mit kaltem Wasser in Berührung scheint es anfänglich darin unlöslich zu sein, nach einiger Zeit verschwindet es aber vollkommen, indem sich offenbar das Hydrat bildet, was sehr schnell eintritt, sobald man das Wasser erwärmt.

Ich habe mich vergeblich bemüht, das Hydrat zu isoliren. Beim Verdunsten seiner wässerigen Lösung verflüchtigt es sich, selbst in sehr kühlen Räumen, mit dem Wasser fast vollständig und es bleibt schliesslich nur eine sehr geringe Menge von Anhydrid zurück. Ferner habe ich eine grössere Menge von dem unten beschriebenen Baryumsalze mit mässig verdünnter Schwefelsäure zerlegt, das Filtrat mit Äther ausgeschüttelt und den Äther verdunsten gelassen, wobei ich zunächst eine ölige

lssigkeit erhielt, die bei Berührung mit einem Platindrahte fort zu einer weichen, schuppigen Krystallmasse erstarrte, elche, zwischen Filtrirpapier gepresst und über Schwefelsäure trocknet, bei einer Chlorbestimmung (s. unten) sich als reines ahydrid erwies.

Die Zusammensetzung dieses über Schwefelsäure getrockten Anhydrides ergibt sich aus folgenden analytischen Daten.

I. 0·354 Gr. Substanz gaben, mit chromsaurem Blei verbrannt, 0·5284 Gr. Kohlensäure und 0·0753 Gr. Wasser.

II. Bei einer Chlorbestimmung mittelst Kalk lieferten 0·620 Gr. Substanz 0·6003 Gr. Chlorsilber und 0·0044 Gr. Silber.

III. Bei einer Chlorbestimmung mit Natriumamalgam lieferten 0·3077 Gr. Substanz 0·2976 Chlorsilber und 0·0024 Silber.

Die Analyse I wurde mit Substanz ausgeführt, welche in r oben angedeuteten Weise durch Behandlung von Citraconsäure mit Chlorwasserstoff und chlorsaurem Kalium u. s. w. gewonnen wurde. Die beiden Chlorbestimmungen beziehen sich if direct aus reiner Monochlorcitramalsäure gewonnenes Anhydrid, von welchem II in der angegebenen Weise aus dem aryumsalze abgeschieden war. Aus obigen Zahlen ergibt sich lgende procentische Zusammensetzung.

Berechnet nach der Formel $C_5H_3ClO_3$		gefunden I.	II.	III.
C 60	...... 40·94	40·71	—	—
H 3	...... 2·06	2·36	—	—
Cl 35·5	...... 24·24	—	24·18	24.21
O 48	...... 32·76	—	—	—
146·5	100·00			

Der Charakter dieser Säure erinnert in hohem Grade an en der Monobromcitraconsäure, welche Kekulé (Annalen der emie und Pharmacie Supplementb. I, S. 103) bei anhaltendem wärmen von Citraconsäure-Anhydrid mit Brom erhielt und lche wohl identisch ist mit der von K. H. Lagermark

(Zeitschr. für Chemie. Neue Folge Bd. VI, S. 299) durch Erwärmen von Brenzweinsäure mit Brom neben anderen Producten gewonnenen Monobromcitraconsäure, obgleich Lagermark ihren Schmelzpunkt um 3° C. höher angibt als Kekulé. Diese Säure scheint gleich der Monochlorcitraconsäure im starren Zustande nur als Anhydrid existiren zu können und liefert mit Baryum ein schwerlösliches Salz, sowie mit Wasserstoff im Entstehungszustande Brenzweinsäure, wie dies auch bei der Monochlorcitraconsäure der Fall ist, worüber ich unten Näheres mittheilen werde.

Die löslichen Salze der Monochlorcitraconsäure lassen sich ohne Schwierigkeit durch die Einwirkung der gelösten Säure auf die betreffenden Basen oder deren kohlensaure Salze, die schwerlöslichen durch Doppelzersetzung bereiten und erleiden beim Erwärmen, an sich sowie in Lösung, keinerlei Zerlegung. Unter denselben ist

Monochlorcitraconsaures Baryum

wegen seiner Fähigkeit, deutlich zu krystallisiren, besonders hervorzuheben und habe ich es deshalb auch einer eingehenden Untersuchung unterzogen, wobei ich namentlich den etwas ungewöhnlichen Gehalt an Krystallwasser durch oft wiederholte Versuche mit Substanzen von verschiedener Bereitung constatirte. Das Salz ist in Wasser ziemlich schwer löslich, so dass es beim Mischen von nicht allzuverdünnten Lösungen eines Baryumsalzes mit monochlorcitraconsaurem Natrium oder Ammonium als ein krystallinischer Niederschlag erhalten werden kann. Weingeist nimmt nur sehr wenig davon auf. Ich bereitete es durch Sättigen einer verdünnten Lösung der Säure mit Baryumcarbonat, wonach ich das Filtrat entweder dem freiwilligen Verdunsten überliess oder, mit Weingeist vorsichtig überschichtet, einige Zeit ruhig stehen liess. Durch letzteres Verfahren erhält man deutlichere, obwohl etwas kleinere Krystalle, als beim Verdunsten, in beiden Fällen aber von völlig gleicher Zusammensetzung.

Die folgenden Bestimmungen beziehen sich auf Salz, welches aus mittelst Salzsäure und chlorsaurem Kalium (s. oben) bereitetem Anhydrid hergestellt und durch Überschichten m

Weingeist zum Krystallisiren gebracht worden war. Es wurde bei 100° C. im Luftstrome getrocknet.

I. 1·3443	Gr.	Substanz	verloren	0·2275	Gr.	Wasser
II. 1·7552	„	„	„	0·3124	„	„
III. 1·5975	„	„	gaben	0·2758	„	„ ab.

Danach enthalten die Krystalle auf zwei Moleküle des Salzes sieben Moleküle Krystallwasser, wie aus folgender Vergleichung der gefundenen Procente Wasser mit den berechneten hervorgeht.

In 100 Theilen:

Berechnet nach der Formel $2(C_5H_3ClO_4Ba)+7H_2O$	I.	II.	III.
Salz 82·63 ...	—	—	—
Wasser 17·37 ...	16·93	17·70	17·32
100·00			

Die Analyse des krystallisirten Salzes ergab folgende Resultate:

IV. 0·890 Gr. Substanz hinterliessen beim Eindampfen mit Schwefelsäure und Glühen des Rückstandes 0·574 Gr. schwefelsaures Baryum.

V. 0·8865 Gr. Substanz gaben bei der Verbrennung mit chromsaurem Blei 0·5285 Gr. Kohlensäure und 0·232 Gr. Wasser.

VI. 0·7651 Gr. Substanz gaben bei der Chlorbestimmung mit Kalk 0·2885 Gr. Chlorsilber und 0·0185 Gr. Silber.

Daraus ergibt sich folgende Zusammensetzung für 100 Theile:

Berechnet		IV.	V.	V.
C 10	16·55	—	16·25	—
H 20	2·76	—	2·90	—
Cl 2	9·79	—	—	10·11
O 15	33·11	—	—	—
Ba 2	37·79	37·92	—	—
	100·00			

Die Analyse des bei 100° C. getrockneten Salzes führte zu folgenden Zahlen:

VII. 1·3217 Gr. Substanz gaben bei der Verbrennung mit chromsaurem Blei 0·952 Gr. Kohlensäure und 0·149 Gr. Wasser.

VIII. 1·4428 Gr. Substanz hinterliessen beim Eindampfen mit Schwefelsäure und Glühen des Rückstandes 1·121 Gr. schwefelsaures Baryum.

Dies führt zu der Formel $C_5H_3ClO_4Ba$.

	Berechnet	Gefunden in 100 Theilen. VII.	VIII.
C	20·03	19·65	—
H	1·00	1 25	—
Cl	11·85	—	—
O	21·38	—	—
Ba	45·74	—	45·68
	100·00		

Bezüglich des Baryumsalzes, welches mittelst aus reiner Monochlorcitramalsäure gewonnener Säure bereitet wurde, habe ich mich mit wenigen Bestimmungen begnügt:

I. 0·784 Gr. des lufttrockenen Salzes verloren bei 100° C. 0·1316 Gr. Wasser, entsprechend 16·79 Procenten.

II. 1·9047 Gr. des bei 100° ohne Anwendung eines Luftstromes getrockneten Salzes gaben 1·4708 Gr. schwefelsaures Baryum, entsprechend 45·41 Procenten Baryum.

III. 0·651 Gr. eines wie oben getrockneten Salzes von einer zweiten Bereitung gaben 0·5038 Gr. schwefelsaures Baryum, entsprechend 45·50 Procenten.

Behandelt man das neutrale Salz mit überschüssiger gelöster Monochlorcitraconsäure, so verschwindet es bald und aus der Flüssigkeit scheiden sich beim Verdunsten in gelinder Wärme feine, lange, seidenglänzende Nadeln des sauren Salzes ab.

Monochlorcitraconsaures Natrium

ist in Wasser ungemein leicht löslich und lässt sich nur aus concentrirten Lösungen in feinen durcheinandergewirrten Nadeln krystallisirt erhalten. Ein Gleiches gilt auch von dem Ammoniumsalze.

Monochlorcitraconsaures Silber.

Die neutrale Verbindung ist in kaltem Wasser schwer, in heissem dagegen ziemlich leicht löslich und scheidet sich daraus in kleinen, farblosen dendritischen Krystallen ab. Wenn man eine kalte Lösung desselben verdunsten lässt, so entstehen kleine, wohlausgebildete, durchsichtige Krystalle, welche sich jedoch wegen ihrer geringen Dimensionen zu krystallographischen Bestimmungen kaum eignen.

Durch Fällen von salpetersaurem Silber mit dem Ammonium- oder Barymsalze der Säure erhält man die Silberverbindung als einen weissen lockeren Niederschlag. Das Salz enthält kein Wasser und lässt sich bei 100° C. leicht und rasch trocknen. Am Lichte und in der Wärme färbt es sich nur wenig.

Seine Zusammensetzung ergibt sich aus folgenden analytischen Daten:

I. 0·4025 Gr. Substanz lieferten beim Eindampfen mit Salzsäure und Schmelzen des Rückstandes 0·3065 Chlorsilber.

II. Aus 0·3937 Grm. Substanz wurden wie bei I. 0·2979 Gr. Chlorsilber erhalten.

III. 0·9472 Gr. Substanz, mit chromsaurem Blei verbrannt, gaben 0·5617 Gr. Kohlensäure und 0·0815 Gr. Wasser.

IV. 0·6634 Gr. Substanz, wie oben verbrannt, gaben 0.390 Gr. Kohlensäure und 0·0593 Gr. Wasser.

V. 0·6051 Gr. Substanz lieferten, wie oben verbrannt, 0·3454 Gr. Kohlensäure und 0·0485 Gr. Wasser.

VI. Bei der Bestimmung des Chlors wurden aus 0·5192 Gr. Substanz 0·1765 Gr. Chlorsilber und 0·015 Gr. Silber erhalten.

Zu den Bestimmungen I, II und III diente durch Fällen von Silbernitrat mit Ammoniumsalz bereitetes, amorphes Salz. Zu IV wurde selbes mittelst Barymsalz hergestellt. Die dabei verwendete Säure war durch Vermittlung von Salzsäure und chlorsaurem Kalium (s. o.) gewonnen worden. Die Bestimmungen I und V beziehen sich auf aus heissem Wasser krystallisirtes Salz, dessen Säure aus reiner Monochlorcitramalsäure hergestellt war.

Aus den obigen Zahlen ergibt sich die Zusammensetzung des chlorcitraconsauren Silbers für 100 Theile:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	Mittel	Berechnet nach der Formel: $C_5H_3ClO_4Ag_2$
C ...	—	—	16·17	16·03	15·57	—	15·92	15·85
H ...	—	—	0·95	0·99	0·89	—	0·91	0·79
Cl ...	—	—	—	—	—	9·35	9·35	9·38
O ...	—	—	—	—	—	—	—	16·79
Ag ..	57·31	56·95	—	—	—	—	57.13	57·19
								100·00

Saures monochlorcitraconsaures Silber.

Durch Behandlung des neutralen Salzes mit überschüssiger, wässeriger Lösung von Monochlorcitraconsäure in mässiger Wärme wird ersteres gelöst und beim Erkalten oder Verdunsten scheiden sich farblose, glänzende kleine Prismen des sauren Salzes ab, welche in kaltem und warmem Wasser leichter löslich sind, als die neutrale Verbindung und sich in der Wärme und im Lichte nur wenig bräunlich färben. Ich habe dieses Salz übrigens auch erhalten, indem ich salpetersaures Silber mit viel überschüssiger Lösung der Säure versetzte und die Flüssigkeit in sehr gelinder Wärme verdunsten liess. Nach dem ersten Verfahren wurden die Salze I und II, nach dem zweiten das Salz III bereitet. Die folgenden Bestimmungen beziehen sich auf bei 100° C. getrocknete Substanz.

I. 0·3332 Gr. hinterliessen bei Behandlung mit Salzsäure 0·1763 Gr. Chlorsilber.

II. 0·4785 Gr. gaben bei der Chlorbestimmung mittelst Natriumamalgam 0·2488 Gr. Chlorsilber und 0·0022 Gr. Silber.

III. 0·349 Gr. gaben bei der Behandlung mit Salzsäure 0·1855 Gr. Chlorsilber.

Das Salz enthielt demnach in 100 Theilen:

Berechnet nach der Formel $C_5H_4ClO_4Ag$	I.	II.	III.
Chlor 13·07	—	13·02	—
Silber 39·78	39·82	—	40·00

Monochlorcitraconsaures Blei.

Diese Verbindung kann am bequemsten durch Fällen von salpetersaurem Blei mit Natrium- oder Ammoniumsalz und Waschen mit heissem Wasser bereitet werden. Sie ist ein weisses, mikrystallinisches Pulver, welches sich in kaltem und warmem Wasser nur wenig löst.

Die Analyse derselben, wobei das Salz bei 100° C. getrocknet war, führte zu folgenden Resultaten:

I. 0·5187 Gr. gaben bei der Verbrennung mit chromsaurem Blei 0·3094 Grm. Kohlensäure und 0·0505 Wasser.

II. 0·5328 Gr. hinterliessen beim Erhitzen mit überschüssiger Schwefelsäure und Glühen des Rückstandes 0·4357 Gr. schwefelsaures Blei.

III. 0·3488 Gr. lieferten, mit Natriumamalgam behandelt, 0·2128 Gr. Chlorsilber und 0·0028 Grm. Silber.

Das Salz enthält somit in 100 Theilen:

Berechnet nach der Formel $C_5H_3ClO_4Pb$		I.	II.	III.
C	16·23	16·26	—	—
H	0·81	1·08	—	—
Cl	9·61	—	—	9·56
O	17·33	—	—	—
Pb	56·02	—	55·87	—
	100·00			

Es war vorauszusehen, dass die Monochlorcitraconsäure durch die Wirkung von Wasserstoff im Entstehungsmomente in Brenzweinsäure übergeführt wird, was der Versuch auch vollkommen bestätigte.

Die wässerige Lösung der Säure, mit Zinkstreifen und Salzsäure in Berührung gebracht, verändert sich ziemlich rasch in erwähntem Sinne. Ich habe die so gewonnene Lösung von Brenzweinsäure zunächst mit Kupfervitriol versetzt und das nach einigen Tagen sehr vollständig abgeschiedene brenzweinsaure Kupfer nach sorgfältigem Waschen mit Schwefelwasserstoff

zerlegt. Die vom Schwefelkupfer abfiltrirte Flüssigkeit wurde anhaltend zum Sieden erhitzt und hierauf im Wasserbade zur Trockne eingedampft. Durch Behandlung des Rückstandes mit Äther, Filtriren und Lösen des beim Abdestilliren des Äthers gewonnenen Rückstandes in Wasser, wobei sehr geringe Quantitäten eines gelblich gefärbten Körpers zurückblieben, erhielt ich die Säure nach dem Verdunsten des Wassers in völlig farblosen Krystallen, welche hinsichtlich ihrer äusseren Eigenschaften ganz mit den aus Weinsäure gewonnenen übereinstimmten.

Ich habe sie diesfalls mit einer aus Weinsäure erhaltenen Brenzweinsäure, welche im Laboratorium des Herrn Professors Dr. H. Hlasiwetz bereitet worden war und von der Prof. Hlasiwetz mir eine Probe zu überlassen die Güte hatte, verglichen und dabei keinerlei Unterschied beobachten können. Ich muss ausdrücklich hervorheben, dass ich die zur Vergleichung benützte Säure, welche noch nicht völlig rein war, in ähnlicher Weise behandelte wie das von mir aus Monochlorcitraconsäure erhaltene Produkt, indem ich die filtrirte wässerige Lösung mit essigsaurem Kupfer, welchem eine geringe Menge Essigsäure zugesetzt war, im Überschusse mengte, nach drei Tagen den entstandenen Niederschlag abfiltrirte, sehr sorgfältig wusch und die Säure dann noch, wie oben angegeben, aus Äther und Wasser krystallisiren liess.

Den Schmelzpunkt beider Säuren fand ich genau bei 112° C., was nahe mit jenem stimmt, welchen Kekulé für die unmittelbar aus Citraconsäure gewonnene Brenzweinsäure bei 114° C. fand. (Annalen der Chemie und Pharmacie, Supplementband I, S. 95.)

Andererseits stimmen die Angaben der Chemiker, welche sich mit dieser Säure beschäftigt haben, keineswegs in allen Punkten überein, was besonders von jenen gilt, welche sich auf Brenzweinsäure beziehen, die in unvollkommener Weise oder nach verschiedenen, wohl zum Theil ungenügenden Methoden gereinigt wurde.

Behufs der Analyse trocknete ich Krystalle der Säure bei 100° C., wie dies auch Hlasiwetz und Barth mit jener Brenzweinsäure gethan, welche sie neben anderen Producten durch Schmelzen von Gummigutt mit Kaliumhydrat gewonne

hatten. (Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 138, S. 74.) Sie äussern sich nicht näher, wie lange sie das Trocknen fortgesetzt haben. Ich beobachtete aber dabei eine constante, gleichmässige Abnahme des Gewichtes, indem 0·5888 Gr. Substanz während 12 Tagen, bei einer 8stündigen Dauer des Trocknens täglich, regelmässig je 8—9 Milligramme an Gewicht verloren, so dass dieser Verlust endlich über 13 Procente betrug und gewiss zum geringeren Theile von anhängendem Wasser, sondern hauptsächlich vom langsamen Verdampfen des Hydrates herrührte.

Die Analyse der so behandelten Säure, deren weiteres Erwärmen ich endlich aufgab, führte zu den für das trockene Hydrat erforderlichen Zahlen:

0·3049 Gr. Substanz gaben, mit chromsaurem Blei verbrannt, 0·5064 Gr. Kohlensäure und 0·1687 Gr. Wasser, daher in 100 Theilen

Ɵ . . . . 45·30, während die Formel $Ɵ_5H_8Ɵ_4$: Ɵ . . . . 45·45 verlangt.
H . . . . 6·15 H . . . . 6·06

Ich habe mehrere Salze der Brenzweinsäure, welche einigermassen charakteristisch sind, mittelst der aus Monochlorcitraconsäure gewonnenen dargestellt und untersucht, um etwaige Unterschiede, welche zwischen dieser und der aus Weinsäure bereiteten Substanz obwalten, beobachten zu können, doch bis auf wenige, im Ganzen unbedeutende Verschiedenheiten nichts wahrgenommen, was zur Annahme berechtigen würde, dass meine Säure eine andere als die gewöhnliche Brenzweinsäure sei.

Brenzweinsaures Silber

stellte ich wiederholt durch Fällen von salpetersaurem Silber mit verschiedenen löslichen Salzen als einen gegen Licht nicht sehr empfindlichen Niederschlag her, welcher, abfiltrirt und in heissem Wasser gelöst, beim Erkalten kleine, dendritische Krystalle des Salzes liefert. Diese färben sich am Lichte sowie bei 100° C. träge bräunlich-violett, ohne eine merkliche Zersetzung zu erleiden, fühlen sich sehr weich an und zersetzen sich beim raschen Erhitzen mit einer lebhaften Verpuffung.

Die Analyse des Salzes führte zu folgenden Resultaten:

I. 0·222 Gr. Substanz hinterliessen beim Eindampfen mit Salzsäure 0·1848 Gr. Chlorsilber.

II. 0·6855 Gr. Substanz gaben beim vorsichtigen Erhitzen 0·428 Gr. Silber.

III. 0·5855 Gr. Substanz gaben beim Erhitzen 0·365 Gr. Silber.

IV. 0·4976 Gr. Substanz hinterliessen 0·3095 Gr. Silber.

V. 0·5248 Gr. Substanz gaben 0·327 Gr. Silber.

VI. 0·2397 Gr. Substanz hinterliessen 0·149 Gr. Silber.

Es wurden demnach gefunden in 100 Theilen

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	Mittel
Ag....	62·65	62·43	62·24	62·19	62·31	62·16	62·33

VII. 0·5447 Gr. Substanz gaben, mit Kupferoxyd verbrannt, 0·349 Gr. Kohlensäure und 0·0915 Gr. Wasser.

VIII. 0·2705 Gr. Substanz gaben, mit Kupferoxyd verbrannt, 0·1685 Gr. Kohlensäure und 0·0525 Gr. Wasser.

Aus diesen Zahlen ergibt sich die Zusammensetzung des Silbersatzes in 100 Theilen:

Berechnet nach $C_5H_6O_4Ag_2$	VII.	VIII.	Mittel
C .....17·34	17·47	16·99	17·23
H ..... 1·73	1·86	2·15	2·00
O .....18·50	—	—	—
Ag.....62·43	—	—	62·33
100·00			

Die zu diesen Analysen verwendeten Substanzen wurden sämmtlich bei 100° C. getrocknet.

Brenzweinsaures Baryum

bereitete ich durch Sieden von gelöstem Säurehydrat mit kohlensaurem Baryum, bis jede Spur einer sauren Reaction verschwunden war. Durch Verdunsten des Filtrates in mässiger Wärme erhielt ich das Salz immer nur als ein feines, glänzendes Pulver, welches aber unter dem Mikroskop, selbst bei bedeutender Vergrösserung, keine Spur von Krystallisation verrieth, sondern das Aussehen einer unregelmässigen, splitterigen Masse hatte. Beim

Verdunsten in gewöhnlicher Temperatur beobachtete ich allerdings einige Male ein krystallinisch-strahliges Gefüge, doch auch in diesem Falle gelang es mir nicht, beim Herausnehmen etwas Anderes als Bruchstücke zu erhalten, welche sich unter dem Mikroskope eben so unkrystallinisch darstellten, wie das oben erwähnte Pulver. Arppe, welcher die Brenzweinsäure-Salze am eingehendsten untersuchte, beschreibt die neutrale Baryumverbindung als ein weisses, glänzendes Krystallmehl, welches sich unter dem Mikroskope aus schiefen, rhombischen Nadeln bestehend zeigt. (Leopold Gmelin's Handbuch der organischen Chemie. 4. Auflage, Bd. II, S. 599.)

Er gibt auch an, dass die Verbindung zwei Moleküle Krystallwasser enthalte, von welchem eines bei 100° C., das andere aber erst bei 160° C. entfernt werden kann. Ich habe ein Baryumsalz, welches durch mehr als 3 Jahre lufttrocken zwischen zusammengeklemmten Uhrgläsern aufbewahrt worden war, anfänglich bei 100° C., hierauf allmälig bis 170° C. durch mehrere Tage erhitzt, bis keinerlei Gewichtsverlust zu bemerken war und gefunden, dass dieser 12·78 Procente betrug, während zwei Moleküle Wasser 11·88 Procente verlangen. Dasselbe Salz, über Schwefelsäure im Exsiccator durch acht Tage stehen gelassen, verlor aber schon dort so viel Wasser, dass es bei 100° C. nur 3·78 Procente abgab und über 100° bis schliesslich 160° C. erhitzt noch 0·6 Procente, was mit Arppe's Angaben nicht übereinstimmt. Die Analyse ergab, dass dieses Salz genau die Zusammensetzung des wasserfreien brenzweinsauren Baryums besitzt, denn:

I. 0·4437 Gr. desselben gaben bei der Verbrennung mit chromsaurem Blei 0·3652 Gr. Kohlensäure und 0·1003 Gr. Wasser und

II. 0·3488 Gr. hinterliessen beim Erhitzen mit Schwefelsäure 0·3035 Gr. schwefelsaures Baryum.

Daraus ergibt sich die procentische Zusammensetzung:

Berechnet nach $C_5H_6O_4Ba$		I.	II.
C	22·45	22·45	—
H	2·25	2·51	—
O	23·99	—	—
Ba	51·31	—	51·16
	100·00		

Kekulé, welcher das Baryumsalz der aus Itaconsäure dargestellten Brenzweinsäure behufs der Analyse bei 100° C. trocknete (Annalen der Chemie und Pharmacie, Supplementband I, S. 344) erhielt gutstimmende Resultate, welche durch die Anwesenheit von nur etwa einem halben Procent Wasser (s. o.) nicht merklich beeinflusst werden konnten.

Brenzweinsaures Calcium,

in ähnlicher Weise wie das Baryumsalz bereitet, stimmte hinsichtlich seiner Eigenschaften mit den bekannten Angaben überein und wurde von mir stets nur im krystallisirten Zustande erhalten. Doch habe ich sein Verhalten zu Wasser nicht näher untersucht und das Salz behufs der Bestimmung des Calciums allmälig bis 140° erwärmt.

0·1955 Gr. des so getrockneten Salzes hinterliessen beim Erwärmen mit Schwefelsäure 0·1556 Gr. schwefelsaures Calcium, was 23·41 Procenten Calcium entspricht, während die Formel $C_5H_6O_4Ca$ 23·15 Procente verlangt.

Brenzweinsaures Kupfer

ist unstreitig das am meisten charakteristische und wegen seiner bedeutenden Schwerlöslichkeit für die Reindarstellung der Säure wichtigste Salz. Ich habe seinen Kupfergehalt mit lufttrockener und bei 100° C. getrockneter Substanz bestimmt. Die lufttrockene Verbindung führte zu Resultaten, welche genau mit den Angaben Gruner's und Arppe's (Gmelin's Handbuch u. s. w. wie oben, S. 607) übereinstimmen, nach welchen dieses Salz 2 Moleküle Wasser enthält, denn 0·4453 Gr. desselben hinterliessen bei vorsichtigem Glühen 0·1531 Gr. Kupferoxyd, was

27·45 Procenten Kupfer entspricht, während die Formel: $_5H_6O_4Cu + 2H_2O$ 27·65 Procente verlangt.

Dagegen verlor aber das Salz bei 100° C. sehr schnell lles Wasser, während Göbel (Gmelin, wie oben) angibt, ass es bei dieser Temperatur noch 1 Molekül Wasser zurück-ält, denn 0·4352 Gr. des bei 100° C. getrockneten Salzes interliessen 0·1775 Gr. Kupferoxyd, entsprechend 32·56 Pro-nten Kupfer. Die Formel $C_5H_6O_4Cu$ verlangt 32·78 Procente upfer.

Über eine aus Citraconsäure entstehende Trichlorbuttersäu

Vorläufige Mittheilung

von dem w. M. Dr. **J. Gottlieb.**

Die schon von Carius (Annalen der Chemie und Pharmac Bd. 126, S. 205) erwähnte ölartige Substanz, welche sich bei Einwirkung von unterchloriger Säure auf citraconsaure Sa bildet und die ich bei der Darstellung der Monochlorcitram säure durch Behandeln von gelöstem citraconsaurem Natrium Chlor gleichfalls beobachtete (s. diese Berichte, Bd. 64, S. 2 habe ich bei wiederholter reichlicher Darstellung derselben ein Gemenge erkannt, welches hauptsächlich aus einer indi renten, sehr viel Chlor enthaltenden, ölartigen Substanz Trichlorbuttersäure besteht. Letztere lässt sich nur auf umstä lichem Wege isoliren, da sie ungemein zerleglich ist. Meine b herigen Untersuchungen beschränken sich hauptsächlich auf genannte Säure, über welche ich vorläufig berichte, dass krystallisirbar ist, bei vorsichtigem Erhitzen ohne Zerlegu sublimirt werden kann und mit Blei wie Ammonium sch krystallisirende Salze liefert. Werden Salze derselben mit ge gendem Überschusse der betreffenden Base und Wasser anhalte auf 100° erwärmt, so zerlegen sie sich in Chlormetall u dichlorcrotonsaures Metall:

$$C_4H_4Cl_3O_2K + HKO = KCl + C_4H_3Cl_2O_2K + H_2O.$$

Die so entstandene Dichlorcrotonsäure ist flüchtig, krystalli beim Sublimiren und aus ihrer heissen wässerigen Lösung schönen langen, farblosen Nadeln. In gelinder Wärme schm sie und erstarrt beim Erkalten krystallinisch. Durch Zink Schwefelsäure oder Chlorwasserstoff wird sie in Monochlorcrot säure umgewandelt.

Es ist noch unentschieden, welcher der bekannten Buttersäuren und Crotonsäuren diese Substanzen zugehören und ob sie nicht in einem sehr nahen Zusammenhange mit der von Krämer und Pinner (Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft in Berlin, Bd. III, S. 389) beschriebenen Trichlorcrotonsäure und der daraus gewonnenen Monochlorcrotonsäure, welche Sarnow (Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 164, S. 193) ausführlich untersuchte, stehen.

Die Trichlorbuttersäure scheint vollständig der von Cahours (Annales de chimie et physique, IIIme Serie, T. 67, p. 143) unter dem Namen „zweifach gebromte Monobromcrotonsäure“ beschriebenen Säure zu entsprechen, welche unter ähnlichen Umständen in Brommetall und Dibromcrotonsäuresalz zerfällt, wie meine Säure in die entsprechenden Chlorverbindungen. Da ich andererseits auch schon die Bildung einer Monochlorbuttersäure bei der Einwirkung von Chlor auf Citraconsäure beobachtete und es Seekamp (Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 133, S. 254) auch gelungen ist, unter Vermittlung des Sonnenlichtes bei gleichzeitiger Anwesenheit von Uransalz die aus Citraconsäure mittelst Wasserstoffaddition erzeugte Brenzweinsäure in Buttersäure umzuwandeln, glaube ich vorläufig berechtigt zu sein, meine Säure als ein Derivat der Buttersäure und nicht als Additionsproduct der Crotonsäure zu bezeichnen.

Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium der Universität Innsbruck.

18. Über ein Condensationsproduct aus der Oxybenzoësäure.

Von L. Barth und C. Senhofer.

Im Hinblicke auf die Resultate, die wir vor einiger Zeit bei Behandlung von Dioxybenzoësäure mit wasserentziehenden Mitteln erhalten haben, schien es uns des Versuches werth, auch noch andere Benzolcarbonsäuren in den Kreis unserer Arbeiten zu ziehen, und wir haben zunächst die Oxybenzoësäure gewählt, welche verhältnissmässig leicht zu beschaffen, deswegen einen nicht gering anzuschlagenden Vortheil bot. — Destillirt man Oxybenzoësäure für sich, so bemerkt man je nach der verwendeten Menge derselben und nach der mehr weniger hohen Temperatur eine bald sehr stark, bald weniger deutlich hervortretende gelbe Färbung des Destillats [1]. Die Hauptmenge desselben ist unveränderte Oxybenzoësäure. Nach dem Lösen in Wasser und Behandeln der Lösung mit Thierkohle krystallisirt aus dem Filtrate reine farblose Säure, die gelbfärbende Substanz ist in der Kohle geblieben. Extrahirt man die Kohle mit Aether, so färbt sich dieser gelb und nach dem Verdunsten desselben

[1] Wir wollen hier bemerken, dass bei Destillation grösserer Mengen im obern, heissern Theile des Retortenhalses sich fast immer ein Sublimat von schönen, glänzenden, farblosen, oft mehr als zolllangen Nadeln absetzt. Diese sind reine Oxybenzoësäure, die durch kein anderes Verfahren in so prachtvollen Krystallen erhalten wird. Wir hielten den Körper anfänglich für ein Anhydrid derselben, aber alle Reactionen, vornehmlich der unveränderte Schmelzpunkt zeigten uns, dass er unveränderte Oxybenzoësäure war.

hinterbleiben gelbe Krusten, die allerdings kaum 1—2 Proc. der angewendeten Säure betrugen. Noch leichter erhält man den Körper, wenn man das gelb gefärbte Destillat mit viel warmem Wasser behandelt, wobei der gelbe Körper vorzugsweise ungelöst bleibt oder beim Erkalten sich ausscheidet, filtrirt, den Filterrückstand mit Baryt und Thierkohle kocht und die erhaltene rothe Lösung mit Salzsäure fällt. Wegen der schlechten Ausbeute suchten wir deshalb nach einer besseren Methode, den Körper in einigermassen ausreichender Menge zu gewinnen und fanden bald, dass er ziemlich reichlich entsteht, wenn man Oxybenzoësäure mit einem Ueberschuss verdünnter Schwefelsäure (9 Theile Säure auf 1 Theil Wasser) in Röhren einschliesst und auf 180—200° durch 3—4 Stunden erhitzt.

Die verdünntere Säure wurde angewendet, um die Bildung von Sulfoxybenzoësäure, die ja bekanntlich leicht unter solchen Verhältnissen entsteht, möglichst zu vermeiden. Der Röhreninhalt war nach beendigter Reaction dunkelbraun gefärbt. Nach dem Eingiessen in Wasser schied sich ein flockiger, schwerer, dunkelgrün gefärbter Niederschlag aus, der etwa 25 Procent der angewendeten Oxybenzoësäure betrug. In Lösung blieb neben überschüssiger Schwefelsäure Sulfoxybenzoësäure, die immer noch den bei weitem grössten Theil des Reactionsproductes ausmacht und die wir durch Überführung in das Kalisalz und weiterhin durch Darstellung von Protokatechusäure daraus als identisch mit der schon früher beschriebenen Sulfosäure erkannten. Daneben findet sich noch etwas unzersetzte Oxybenzoësäure. Der grüne Niederschlag wurde auf einem Filter gesammelt, ausgewaschen, in Ätzbaryt gelöst und mit Thierkohle gekocht. Aus dem Filtrate fällte Salzsäure gelbgrüne Flocken, die gewaschen und getrocknet wurden. Die Masse kam dann mit Thierkohle gemischt in einen Extractionsapparat, wo sie mit kochendem Aether behandelt wurde. Diese letzte Operation wurde nöthigenfalls wiederholt, bis der Aether die Substanz von rein gelber Farbe zurückliess. So gereinigt besteht sie aus gelben krystallinischen Krusten, die sich unter dem Mikroskope als verwachsene, verfilzte Nädelchen darstellten. Ihre Farbe ist rein gelb. In Aether ist der Körper verhältnissmässig ziemlich schwer löslich, etwas leichter in Alkohol, aus welchem Lösungsmittel er sich in ver-

worrenen Krystallconglomeraten, die schon mit freiem Auge als solche wahrnehmbar sind, von sehr sattgelber Farbe ausscheidet[1]. In Wasser, auch in heissem, ist er fast ganz unlöslich, am unlöslichsten aber in verdünnter Salzsäure. Er enthält kein Krystallwasser. Beim Erhitzen bleibt er bis gegen 300 unverändert, dann wird seine Farbe dunkler, mehr schmutzig gelb; noch höher erhitzt, sublimirt er (im Luftstrome bei circa 270°), ohne früher zu schmelzen, verkohlt aber zum Theile dabei, der sublimirte, schnell erhitzt, schmilzt bei circa 302°. In Schwefelsäure löst er sich mit brauner Farbe, Wasser fällt ihn unverändert wieder heraus. Alkalien geben damit ebenfalls eine intensiv braunrothe Lösung. Bei der Analyse gab er Zahlen, die der Formel $C_{14}H_8O_4$ entsprechen.

	I.	II.	III.	berechnet
C —	70·37	70·11	70·36[2]	70·00
H —	3·69	3·63	3·74	3·33

Der Körper ist also dem Alizarin isomer und entsteht nach der Gleichung:

$$2(C_7H_6O_3) = 2H_2O + C_{14}H_8O_4$$

Er ist wie das Anthrachryson ein Anthracenderivat. Erhitzt man ihn mit Zinkstaub in einer Glasröhre im Wasserstoff- oder Kohlensäurestrom, so erhält man ein krystallinisches, weisses Sublimat, das nach dem Reinigen und Umkrystallisiren in den bekannten Formen des Anthracens erschien, in Benzol gelöst die blaue Fluorescenz zeigte, eine in rothen Nadeln anschiessende Picrinsäureverbindung gab und einen Schmelzpunkt von 212° zeigte. Die Analyse ergab:

	gefunden	$C_{14}H_{10}$
C —	93·97	94·38
H —	5·62	5·62

Der Körper war also unzweifelhaft Anthracen.

---

[1] Anthrachryson scheidet sich aus alkoholischer Lösung beim freiwilligen Verdunsten derselben in gelbrothen, feinen Nädelchen aus, wie wir nachträglich gefunden haben.

[2] Die Substanz zu dieser Analyse war durch Destillation gewonnen.

Bei der Oxydation mit Chromsäure lieferte er Anthrachinon vom Schmelzpunkte 276°·5.

Das gelbe Condensationsproduct entsteht also ganz analog dem Anthrachryson, indem sich zwei Molecüle Oxybenzoësäure unter Wasserverlust zu einem Molecüle Bioxyanthrachinon vereinigen, und seine Verschiedenheit vom Alizarin, mit dem es isomer ist, beruht darauf, dass, wie aus seiner Synthese nothwendig folgt, die beiden Hydroxyle nicht in einem Benzolkern sich befinden, sondern auf zwei vertheilt sind. Damit hängt dann wohl auch zusammen, dass der Körper als Farbstoff nicht zu verwenden ist, indem er auf gebeizten Zeugen nur eine matt gelbrothe Nuance erzeugt[1]. Wir nennen ihn Anthraflavon. Er zeigt nur sehr schwach saure Eigenschaften. Salzartige Verbindungen desselben sind daher nur schwierig rein darzustellen. Wir haben zur Controle das Kali- und Barytsalz näher untersucht und geben weiterhin sein Verhalten zu anderen Basen. Auch eine Biacetyl-Verbindung haben wir erhalten und analysirt. Löst man Anthraflavon in Amoniak und verjagt das überschüssige Ammoniak im Wasserbade, so erhält man eine tief braunrothe Lösung, die von Chlorbaryum flockig-krystallinisch gefällt wird. Der Niederschlag wird bei Luftabschluss filtrirt, da die Kohlensäure der Luft schon zersetzend auf ihn einwirkt. Nach dem Auswaschen und Trocknen stellt er ein braunrothes krystallinisches Pulver dar, das, bei 130° getrocknet, noch 2 Molecüle Krystallwasser zurückhält. Die Analyse gab:

$C_{14}H_6BaO_4 + (H_2O)_2$	gefunden
C — 41·79	42·18
H — 2·49	2·49
Ba — 34·08	33·90

In schönern Krystallen erhält man die Substanz, wenn man das Anthraflavon in Barytwasser löst, die Lösung im Vacuum zur Trockne bringt, dann schnell mit ausgekochtem kalten Wasser

[1] Wir müssen hier berichtigend nachtragen, dass auch das Anthrachryson keine rothe, krappähnliche Färbung hervorzubringen vermag, sondern ebenfalls nur ein mattes, in's Graue ziehendes Röthlichgelb. Die betreffende Bemerkung in unserer früheren Abhandlung war durch einen unliebsamen Verstoss verursacht.

zur Entfernung des überflüssigen Barythydrats behandelt und den Rückstand zur Beseitigung des mitausgeschiedenen kohlensauren Baryt's in siedendem Wasser löst, schnell bei Luftabschluss filtrirt und im Vacuum einengt. Es krystallisirt dann das Barytsalz in hüschen, glänzenden, braunrothen, mehrere Millimeter langen Nadeln. Es enthält, über Schwefelsäure getrocknet, 5 Molecüle Krystallwasser, die bei 180° entweichen. Die getrocknete Substanz gab bei der Analyse:

$C_{14}H_6BaO_4$	gefunden
C — 44·80	45·10
H — 2·13	2·34
Ba — 36·56	36·21

Die über Schwefelsäure getrocknete Substanz verlor bei 180° Wasser:

$C_{14}H_6BaO_4 + {}_5H_2O$	gefunden
H_2O — 19·35	19·72

Es mag hier besonders bemerkt werden, dass das Salz schon von der Kohlensäure der Luft ziemlich leicht zersetzt wird. Lässt man seine wässrige Lösung an der Luft stehen, so beobachtet man bald eine Ausscheidung von kohlensaurem Baryt, während an den Rändern zugleich gelbes Anthraflavon auskrystallisirt. Die Reindarstellung ist deswegen mit grossen Schwierigkeiten verbunden.

Kalksalz, aus dem Ammonsalze mittelst Chlorcalcium erzeugt, wird als gelbbraun-flockiger Niederschlag erhalten.

Kalisalz. Freies Kalihydrat löst Anthraflavon leicht zu einer dunkel rothbraunen Masse. Weil das gebildete Salz aber in Alkohol löslich ist und überdem von freier Kohlensäure leicht zersetzt wird, so gelingt es auf diese Weise nicht, dasselbe rein darzustellen.

Besser eignet sich hiezu folgender Weg: Man löst Anthraflavon in überschüssigem kohlensaurem Kali, von dem es leicht mit derselben Farbennuance aufgenommen wird, wie von Ätzkali, bringt im Vacuum zum Trocknen und löst in absolutem Alkohol, filtrirt rasch bei Luftabschluss und bringt über Schwefelsäure zur Krystallisation. Wenn nöthig, wird die erhaltene Salzmasse

nochmals einer gleichen Behandlung mit Alkohol unterworfen. Man erhält braunrothe krystallinische Massen, die unter dem Mikroskope warzenförmig vereinigte kleine Nädelchen darstellen. Das Salz krystallisirt mit Krystallwasser, das jedoch, weil die Verbindung sehr hygroskopisch ist, nicht leicht bestimmt werden kann. Die Analyse der bei 200° getrockneten Substanz ergab:

$C_{14}H_6K_2O_4$	gefunden
K — 24·68	25·18

Auch hier müssen wir noch anführen, dass das Salz, obwohl aus Anthraflavon und kohlensaurem Kali erzeugt, doch ziemlich leicht von freier Kohlensäure unter Bildung von kohlensaurem Kali und Ausscheidung von Anthraflavon zersetzt wird.

Das Natronsalz, wie das Kalisalz dargestellt, bildet braunrothe, mikroskopisch kleine Nädelchen.

Bleisalz. Alkoholische Lösung von Anthraflavon und Bleizucker gemischt, erzeugen eine kaum nennenswerthe Ausscheidung röthlicher Flocken. Ammoniakalische Bleizuckerlösung bringt dagegen in Lösungen des Anthraflavons einen äusserst voluminösen, graurothen Niederschlag hervor, der ein sehr basisches Salz ist.

Silbersalz, aus dem Ammonsalze durch salpetersaures Silber gefällt, ist ein flockiger, braunrother Niederschlag.

Biacetylanthraflavon. Acetylchlorid, mit Anthraflavon im Wasserbade erwärmt, zeigt keine Einwirkung. Erhitzt man aber beide Körper im zugeschmolzenen Rohre bis 120° oder lässt man Acetylchlorid auf die Kaliverbindung des Anthraflavons einwirken, so erhält man die vorgenannte Verbindung in missfarbenen, kleinen Krystallen, die sich aus Äther in lichtgelben, krystallinischen Krusten ausscheiden.

Um etwa unverbundenes Anthraflavon zu entfernen, wird der Körper mit wenig warmem Alkohol gewaschen, nach welcher Operation er in fast farblosen Blättchen zurückbleibt. Bei 120° getrocknet, gab er bei der Analyse:

$C_{14}H_6(C_2H_3O)_2O_4$	gefunden
C — 66·67	66·87
H — 3·70	3·98

Umkrystallisiren aus Alkohol erscheint nicht räthlich, weil sich der Körper unter theilweiser Essigsäurebildung und möglicherweise unter Bildung eines Monoacetylderivats zersetzt.

Beim Schmelzen von Anthraflavon mit Ätzkali konnte man, analog der Rückbildung von Benzoësäure aus Anthrachinon bei der gleichen Behandlung, die Entstehung von Oxybenzoësäure erwarten. Der Versuch zeigte, dass dies nur in sehr untergeordnetem Maasse der Fall war.

Trägt man Anthraflavon in wässeriges, schmelzendes Ätzkali ein, so färbt sich die Masse sofort intensiv blau-violett. Später verändert sich die Farbe in röthlichbraun und wenn man das Erhitzen so lange fortsetzt, bis eine Probe mit Säure abgesättigt nur mehr schwache Trübung von ausgeschiedenen Flocken zeigt, so erhält man, nach dem Behandeln der mit Schwefelsäure abgesättigten Schmelze mit Äther, Verdampfen des Äthers und Lösen des Rückstandes in Wasser eine Flüssigkeit, die theilweise durch essigsaures Blei gefällt wird. Niederschlag und Filtrat werden entbleit. Aus dem ersten erhält man gelbliche, in bräunliche, schmierige Massen eingebettete Krystalle, die eine rothe Färbung mit Eisenchlorid geben, zu wenig, um sie genau untersuchen zu können. Aus dem vom Blei nicht gefällten Theile erhält man Krystalle, die sich vornehmlich als Paraoxybenzoësäure mit geringen Mengen von Oxybenzoësäure erweisen. Reactionen, Schmelzpunkt, Krystallwassergehalt zeigen dies ganz deutlich. Die Bildung von Paraoxybenzoësäure kann nicht allzusehr überraschen, wenn man bedenkt, dass nach der Art der Constitution des Anthraflavons ebenso gut statt der ursprünglichen C-hältigen Seitenkette der Oxybenzoësäure das daneben eingefügte C-Atom in dem einen Benzolringe erhalten bleibt, das zum Hydroxyle leicht die Stellung 1·4 haben kann.

In Salpetersäure von 1·4 spec. Gew. löst sich Anthraflavon sehr schwierig, erst bei längerem Kochen mit einem grossen Ueberschusse an Säure gelingt es, eine vollständige Lösung herzustellen. Nach dem Auskühlen krystallisiren gelbe Nadeln eines Nitroproductes, die sich beim Stehen an der Luft mit einer rothen

Schichte überziehen, ganz ähnlich, wie dies Strecker vom Nitroalizarin beschreibt. Diese Veränderung beginnt sehr bald, schreitet aber langsamer fort als beim Nitroalizarin. Vorläufige Analysen zeigten, dass der Körper, von dem uns überdies nicht sehr grosse Quantitäten zu Gebote standen, nicht rein war, doch scheint er ein mehrfach nitrirtes Product zu sein. Die saure Mutterlauge, aus der sich die erwähnten Nadeln ausgeschieden hatten, liefert nach dem Verdünnen mit Wasser und Eindampfen noch eine gemischte Krystallisation, in der vielleicht neben einem anderen Nitroproducte auch ein Oxydationsproduct enthalten ist. Die geringe, zur Verfügung stehende Menge der Substanz erlaubte uns auch hier nicht, eine weitere Trennung vorzunehmen. Jedenfalls wollen wir später noch auf diesen Gegenstand zurückkommen.

Anthraflavon, mit Natriumamalgam durch längere Zeit gekocht, verändert sich nicht. Die braunrothe Lösung, mit Salzsäure übersättigt, lässt wieder unverändertes Anthraflavon, allerdings in einer etwas dunkleren Farbennuance herausfallen.

Die angegebenen Eigenschaften unseres Körpers zeigen, dass er am nächsten der Chrysophansäure, dem Oxyanthrachinon (Anthraflavinsäure) und vor Allem dem Isoalizarin von Rochleder verwandt ist.

Von der Chrysophansäure unterscheidet er sich scharf durch den Schmelzpunkt und durch seine Löslichkeit in kohlensauren Alkalien, vom Oxyanthrachinon durch seine verschiedene Zusammensetzung. Mit dem Isoalizarin schien er, so weit die bekannten Eigenschaften einen Vergleich erlaubten, identisch zu sein. Professor Rochleder hatte die Güte, uns behufs vergleichender Versuche eine Probe dieses seltenen Körpers zu übermitteln. So wurden wir in den Stand gesetzt, die Verschiedenheit beider Körper mit Sicherheit zu constatiren.

Gemeinsam haben sie die gleiche Farbe und äussere Erscheinung, wenn sie aus Alkohol oder Äther krystallisirt sind. Gemeinsam auch die prachtvolle Purpurfarbe beim Erhitzen mit Äzkali und die intensiv braunrothe Farbe ihrer Lösungen, in wässrigen Alkalien oder alkalischen Erden. Dagegen zeigen sie folgende Verschiedenheiten: Isoalizarin krystallisirt aus Essigsäure mit einer entschieden dunkleren Färbung, während Anthraflavon aus

dem gleichen Lösungsmittel hellgelb erhalten wird, wie aus Alkohol. Unter dem Mikroskope zeigt das Isoalizarin stets undeutlichere Formen, als Anthraflavon. Isoalizarin schmilzt bei 230—240° und gibt dabei ein orangenfarbenes Sublimat, das dem sublimirten Alizarin sehr ähnlich sieht. Anthraflavon schmilzt, wie früher angegeben, nur, wenn es schon sublimirt war, bei 302° und gibt ein gelbes Sublimat, fast von gleicher Farbe, wie das nicht sublimirte.

Zum Schlusse bemerken wir noch, dass unser Körper auch beim Erhitzen von Oxybenzoësäure mit Chlorzink erhalten wird und dass bei geeigneten Modificationen dieses Verfahren vielleicht die beste Ausbeute daran liefern wird.

Wir beabsichtigen, diese Condensationsversuche noch mit anderen aromatischen Säuren und Gemischen solcher Säuren zu wiederholen und werden gelegentlich darüber berichten.

Innsbruck, im Juni 1873.

Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium der Universität Innsbruck.

19. Über Phenoltrisulfosäure.

Von **C. Senhofer.**

Obwohl ich schon früher die Darstellung einer Phenoltrisulfosäure durch Einwirkung eines Gemisches von wasserfreier Phosphorsäure und Vitriolöl auf Phenol bei erhöhtem Drucke ohne Erfolg versucht hatte, so kam ich doch, in der Hoffnung, durch Abänderung der Mischungsverhältnisse ein besseres Resultat zu erzielen, wieder auf denselben Gegenstand zurück. Es erwies sich dabei die obgenannte Methode als ebenso vollkommen geeignet zur dreimaligen Einführung der Sulfogruppe in das Phenol, wie sie sich bei Darstellung der Disulfobenzoësäure bewährt hatte.

Das Verfahren zur Darstellung der Phenoltrisulfosäure ist kurz folgendes:

In starken Glasröhren werden 15 Gramm wasserfreie Phosphorsäure mit dem doppelten Gewicht Vitriolöl mittelst eines Glasstabes zu einem dünnen Brei vermischt und hierauf 6 Gramm Phenol mit der Vorsicht zugefügt, dass die Flüssigkeiten sich möglichst wenig mischen. Nach dem Zuschmelzen der Glasröhren mischt man durch langsames Schwenken den Inhalt derselben. Es tritt dabei eine bedeutende Temperaturserhöhung ein, die begleitet ist von einem Aufschäumen und Dunklerwerden der dicklichen Flüssigkeit. Setzt man die Röhren so einer Temperatur von 180° durch mehrere Stunden aus, so enthalten sie nach dem Auskühlen eine rothbraune, zähflüssige Masse, die häufig von einer geringen Quantität flüssiger schwefliger Säure überschichtet

ist. Beim Öffnen zeigt sich ein bedeutender Druck, es entweicht die schweflige Säure. Der Rückstand wird in viel Wasser aufgenommen, so lange gekocht, bis der Geruch nach schwefliger Säure verschwunden ist, darauf zur Entfernung der Phosphorsäure und des grössten Theiles der Schwefelsäure mit einem Überschusse von Kalkmilch versetzt und vom gebildeten Niederschlage durch Spitzbeutel und Filter getrennt.

Durch ein- bis zweimaliges Auskochen des Rückstandes kann ein bedeutender Verlust an Substanz vermieden werden. Das Filtrat, das jetzt der Hauptmasse nach das Kalksalz der gesuchten Säure nebst überschüssigem Ätzkalk enthält, wurde zur Entfernung des Ätzkalkes und zur Überführung des Kalksalzes in das Kalisalz bei 100° anfangs mit etwas doppelkohlensaurem und später so lange mit einfach kohlensaurem Kali behandelt, bis eine abfiltrirte Probe auf weiteren Zusatz von kohlensaurem Kali keinen Niederschlag von kohlensaurem Kalk mehr erzeugte und darauf der gebildete Niederschlag entfernt. — Da die Flüssigkeit stark alkalisch reagirte, wurde sie zur Entfernung des Kaliüberschusses mit Essigsäure zur Trocknen verdampft und der krystallinische Rückstand zur Beseitigung des essigsauren Kali's mit Alkohol zu wiederholten Malen extrahirt, das Ungelöste in Wasser aufgenommen und durch oftmaliges Umkrystallisiren und Abpressen gereinigt.

Da die spätere Untersuchung ergab, dass die alkalische Reaction der von Kalk abfiltrirten Flüssigkeit vorzüglich durch das Vorhandensein eines basischen, gut krystallisirenden Kalisalzes der Phenoltrisulfosäure bedingt war, so wurde bei den folgenden Darstellungen zuerst stets auf die Abscheidung dieses Salzes durch Krystallisation hingearbeitet und erst die späteren Mutterlaugen, die nach weiterem Eindampfen nur mehr breiige Massen abschieden, jener Behandlung mit Essigsäure und Alkohol unterworfen, wodurch das basische Salz in ein neutrales übergeführt und die weitere Reinigung durch Krystallisation erleichtert wird.

Beide Salze eignen sich sehr gut zur Darstellung der freien Säure unter Benützung des Bleisalzes als Übergangsglied.

Die Lösung des neutralen Kalisalzes setzt auf Zusatz eines bedeutenden Überschusses von Bleiessig allmälig eine compacte

harte Krystallmasse, das basische Bleisalz der gesuchten Säure, an den Wänden des Gefässes ab, die durch heisses Wasser ausgewaschen werden kann, ohne dass dabei ein erheblicher Verlust an Substanz zu fürchten ist. Bei Behandlung des basischen Kalisalzes mit Bleiessig fällt, wie die Analyse ergab, das gleiche Bleisalz in Form eines schweren, sich bald zu Boden senkenden krystallinischen Niederschlags. Das Bleisalz wird fein gerieben, in Wasser suspendirt, bei 100° mit Schwefelwasserstoffgas behandelt, wobei besonders anfangs, bis die Flüssigkeit sauer geworden, durch Umrühren die Reaction wesentlich beschleunigt wird. Die Flüssigkeit, vom Schwefelblei durch das Filter getrennt, scheidet, nachdem sie durch Eindampfen im Wasserbade Syrupconsistenz angenommen hat, die freie Phenoltrisulfosäure in Form feiner Nadeln ab.

Im Vacuum über Schwefelsäure krystallisirt sie in radial angeordneten Nadeln oder in kurzen, dicken Prismen. Beim längeren Stehen im Vacuum verliert die Substanz einen Theil des Krystallwassers und wird dabei oberflächlich opak, aber selbst nach Monaten war diese Entwässerung nicht durch die ganze Masse hindurch eine gleichmässige.

Die Säure ist äusserst hygroskopisch und zerfliesst an der Luft sehr schnell zu einem dicklichen Syrup.

Der Wassergehalt der Säure lässt sich nicht bestimmen. Bei 100° getrocknet, hält sie noch 3½ Molecül Wasser zurück und entspricht also der Formel:

$$C_2H_2 \left\{ \begin{array}{l} OH \\ SHO_3 \\ SHO_3 \\ SHO_3 \end{array} \right. + 3\tfrac{1}{2}H_2O$$

Die Analyse ergab:

$C_6H_6S_3O_{10}+3\frac{1}{2}H_2O$		Gefunden
C.....	18·11	18·01—18·23
H.....	3·27	3·47— 3·61
S.....	24·18	24·16—23·92

Bei 105° getrocknet, beginnt sich die Säure schon unter Bildung von Schwefelsäure zu zersetzen.

Durch Kochen mit Salpetersäure bleibt sie unverändert, eine Abspaltung von Schwefelsäure konnte nicht beobachtet werden.

Bromwasser, zur Lösung der Säure gefügt, entfärbt sich sofort. Die Flüssigkeit enthält hernach reichlich Schwefelsäure. Die Lösung der freien Säure, sowie der in Wasser löslichen Salze, mit Eisenchlorid versetzt, zeigen eine intensive blutrothe Farbenreaction.

Zur Controle obiger Formel wurden mehrere Salze dargestellt und analysirt.

Das Barytsalz wurde erhalten durch Kochen einer verdünnten wässerigen Lösung der freien Säure mit kohlensaurem Baryt und Einengen des Filtrates auf dem Wasserbade. Es scheiden sich kleine weisse Krystallschuppen aus, die nur schwierig sich wieder in Wasser lösen und erst bei sehr hoher Temperatur zu verkohlen beginnen.

Das lufttrockene Salz entspricht der Formel:

$$C_6H_2 \left\{ \begin{array}{l} HO \\ SO_3ba + 2H_2O \text{ [1]} \\ SO_3ba \\ SO_3ba \end{array} \right.$$

Bei 280° getrocknet, ergab es:

	Berechnet	Gefunden
$2H_2O$	6·29	6·26

Das trockene Salz gab analysirt folgende Zahlen:

	$C_6H_3S_3O_{10}ba_3$	Gefunden
C	13·48	13·42
H	0·56	0·90
S	17·89	17·74
Ba	38·30	38·42

[1] ba = 68·5.

Neutrales Kalisalz. Versetzt man eine concentrirte Lösung der freien Säure mit kohlensaurem Kali, bis die Reaction nur mehr schwach sauer ist, fällt mit Alkohol und löst den gebildeten Niederschlag in wenig heissem Wasser auf, so scheidet sich das Salz in wahrscheinlich rhombischen Tafeln aus.

Es krystallisirt mit 4 Molecülen Krystallwasser, die es, bei 200° getrocknet, verliert.

$C_6H_3O_{10}S_3K_3+_4H_2O$	Gefunden
$4H_2O$ ..... 13·85	13·67

Das getrocknete Salz gab bei der Analyse folgende Procentgehalte:

	Berechnet	Gefunden
C.....	16·07	16·09
H.....	0·67	0·96
S.....	21·43	21·51
K.....	26·12	25·98

Das basische Kalisalz, nach der früher angegebenen Methode dargestellt, bleibt auch bei wiederholtem Umkrystallisiren schwach röthlich gefärbt. Es wird vollkommen farblos erhalten, wenn man die Lösung desselben mit einigen Tropfen essigsauren Bleis versetzt, darauf mit Schwefelwasserstoff behandelt und das Filtrat zur Krystallisation verdampft. Das Salz schiesst beim längeren Stehen in zolllangen, concentrisch gruppirten flachen Nadeln an und hat lufttrocken die Formel:

$$C_6H_2 \begin{cases} OK \\ SO_3K+2H_2O \\ SO_3K \\ SO_3K \end{cases}$$

Bei 220° getrocknet, ergab es:

Berechnet	Gefunden
$2H_{20}$..... 6·90	6·77

Das getrocknete Salz gab bei der Analyse:

	$C_6H_2S_3O_{10}K_4$	Gefunden
C.....	14·83	14·81
H.....	0·41	0·68
S.....	19·75	19·52
K.....	32·10	31·82

Silbersalz. Kocht man die wässrige Lösung der freien Säure mit Silberoxyd, filtrirt und dampft bei Lichtabschluss etwas ein, so scheidet sich allmälig eine krystallinische Masse aus, die unter dem Mikroskope aus kleinen Nadeln zusammengesetzt erscheint.

Das Salz hat lufttrocken die Formel:

$$C_6H_3S_3O_{10}Ag_3 + 1\,^1/_2H_2O$$

und verliert sein Krystallwasser bei 180°.

	Berechnet	Gefunden
$1\,^1/_2H_2O$.....	3·90	3·80

Die getrocknete Substanz gab bei der Analyse folgende Procente:

	$C_6H_3S_3O_{10}Ag_3$	Gefunden
C.....	10·99	10·81
H.....	0·46	0·85
S.....	14·66	14·48
Ag.....	49·47	49·54

Am Lichte schwärzt sich die Verbindung nur langsam.

Bleisalz, erhalten durch Fällen des neutralen oder basischen Kalisalzes durch basisch essigsaures Bleioxyd, stellt nach dem Abfiltriren und Waschen ein weisses schweres Krystallpulver dar, das in Wasser fast unlöslich ist.

Es hat lufttrocken die Formel:

$$C_6H_2\left\{\begin{matrix} O \\ SO_3 \\ SO_3 \\ SO_3 \end{matrix}\right. \begin{matrix} Pb \\ \\ Pb \end{matrix} \; 2PbH_2O_2 + 4\,^1/_2H_2O$$

‍d verliert, bei 180° getrocknet, sein Krystallwasser.

	Berechnet	Gefunden
$4^1/_2 H_2O$	6·19	6·19—6.03

Die getrocknete Substanz enthielt:

	Berechnet	Gefunden
C	5·87	6·18
H	0·49	0·78
S	7·83	8·17
Pb	67·54	67·31—67·71

Natronsalz. Wie das Kalisalz dargestellt, farblose Nadeln, ‍ie sehr leicht löslich sind und lufttrocken der Formel

$$C_6H_3S_3O_{10}Na_3+3H_2O$$

‍ntsprechen. Sie verlieren ihr Krystallwasser bei 200°.

	Berechnet	Gefunden
$3H_2O$	11·87	11·94

Das wasserfreie Salz enthielt:

	Berechnet	Gefunden
Na	17·22	17·03

Cadmiumsalz. Die freie Säure, mit kohlensaurem Cad‍ium bei Siedhitze abgesättigt, scheidet nach dem Concentriren ‍ein langen Stehen an der Luft flache Täfelchen aus, die schwach ‍lb gefärbt erscheinen und beim Umkrystallisiren fast voll‍mmen farblos werden. Das lufttrockene Salz enthält 7 Mole‍le Krystallwasser, das bei 180° entweicht.

	$C_6H_3S_3O_{10}Cd_3+7H_2O$	Gefunden
$7H_2O$	18·53	18·56

Das trockene Salz gab analysirt:

	$C_6H_3S_3O_{10}Cd_3$	Gefunden
Cd	40·43	40·54

Es erscheint bemerkenswerth, dass bei der angeführten Darstellungsmethode ein basisches Salz des Cadmiums entsteht ähnlich wie kohlensaures Kali auch ein basisches erzeugt, während kohlensaurer Baryt nur Veranlassung zur Bildung eines Neutralsalzes gibt.

Das Kupfersalz, aus Kupferoxydhydrat erhalten wie das Silbersalz, scheidet sich erst bei längerem Stehen an der Luft aus sehr concentrirten Lösungen aus und bildet ziemlich lange feine, schöngrüne Nadeln.

Ammonsalz. Durch Übersättigen der freien Säure mit Ätzammoniak, Abdampfen zur Trockne und Umkrystallisiren erhalten, stellt Krystallschuppen dar, die in Wasser sehr leicht löslich sind.

Mittheilungen aus Prof. Lieben's Laboratorium an der Universität zu Prag.

Über die in roher Gährungsbuttersäure enthaltene Capronsäure.

Von Adolf Lieben.

Die Untersuchungen Grillone's[1] über die aus roher Gährungsbuttersäure abgeschiedene Capronsäure haben es wahrscheinlich gemacht, dass dieselbe identisch mit der von mir und Rossi synthetisch dargestellten normalen Capronsäure sei. Indessen hatte sich Grillone damals auf die Darstellung und Untersuchung des Baryum- und Calciumsalzes beschränkt und die freie Säure selbst, die freilich nur schwer ganz rein zu gewinnen ist, nicht weiter geprüft. Ich hielt daher ein weiteres Studium der Gährungscapronsäure sowohl zur Entscheidung der obigen Frage als auch als Grundlage zur Vergleichung der Capronsäuren verschiedenen Ursprungs für nothwendig und stellte, da die Siedepunkte bei der Vergleichung isomerer fetter Säuren und Alkohole besonders wichtig sind, ausser möglichst reiner Gährungscapronsäure auch deren Äther dar. Zugleich veranlasste ich Herrn Kottal im hiesigen Laboratorium, ausser dem bereits von Grillone dargestellten Calcium- und Baryumsalz noch einige andere Salze darzustellen und auf Krystallwassergehalt und Löslichkeit zu untersuchen. Die folgenden Untersuchungen haben trotz mancher nicht ganz aufgeklärter Abweichung mich in der Meinung bestärkt, dass die Gährungscapronsäure mit der synthetischen normalen Säure identisch, sowie dass sie jedenfalls von der aus Gährungsamylalkohol

[1] Annalen der Chemie und Pharmacie 165, p. 132.

dargestellten verschieden ist. Die folgende **Zusammenstellung zeigt, worauf sich dieser Schluss stützt und** welche Abweichungen dabei beobachtet wurden.

	Synthet. normale Säure.	Gährungssäure.	
Capronsäure	siedet bei 204·5—205° bei 738·5mm. (Lieben u. Rossi.)	**siedet bei 205° bei 746mm. (Lieben.)**	
Äthylcapronat	siedet bei 165·5—166° bei 735·8mm. (Lieben u. Rossi.)	**siedet bei 166·9—167·8° bei 738mm. (Lieben.)**	
Calciumcapronat	$Ca(C_6H_{11}O_2)_2+H_2O$ 100 Th. der bei 18·5° gesättigten Lösung enthalten 2·70 Th. wasserfreies Salz. (Lieben u. Rossi.)	**$Ca(C_6H_{11}O_2)_2+H_2O$ 100 Th. der bei 21—22° gesättigten Lösung enthalten 4·4 Th. wasserfreies Salz. (Grillone.)**	**$Ca(C_6H_{11}O_2)_2+H_2O$ 100 Th. der bei 19·5° gesättigten Lösung enthalten 2·75 Th. wasserfreies Salz. (Kottal.)**
Baryumcapronat	$Ba(C_6H_{11}O_2)_2$ 100 Th. der bei 18·5° gesättigten Lösung enthalten 8·49 Th. wasserfreies Salz. (Lieben u. Rossi.)	**$Ba(C_6H_{11}O_2)_2$ 100 Th. der bei 21—22° gesättigten Lösung enthalten 8·3 Th. wasserfreies Salz. (Grillone.)**	**$Ba(C_6H_{11}O_2)_2+3H_2O$ 100 Th. der bei 23° gesättigten Lösung enthalten 11·53 Th. wasserfreies Salz. (Kottal.)**

Woran es liegt, dass das von Kottal aus Gährungscapronsäure dargestellte Baryumsalz eine andere Zusammensetzung (in Bezug auf Krystallwasser) und eine etwas andere Löslichkeit als das von Grillone dargestellte Salz zeigt, ist vorläufig nicht klar, ebenso wenig wie die Ursache der von Grillone und Kottal etwas verschieden gefundenen Löslichkeit des Calciumsalzes. Doch muss hervorgehoben werden, dass die Zusammensetzung des gährungscapronsauren Calciums stets gleich der des normalcapronsauren gefunden wurde, dass Kottal's Löslichkeitsbestimmung ebenfalls dazu stimmt und dass anderseits Grillone's Angaben über Zusammensetzung und Löslichkeit des gährungscapronsauren Baryums vollständig mit meinen und Rossi's Beobachtungen über das normale Capronat übereinstimmen. Auch die bei drei verschiedenen Temperaturen beobachteten spec. Gewichte des Gährungscapronsäureäthers fallen mit den für den Äther der normalen Capronsäure gefundenen zusammen.

Ich betrachte es ferner als wahrscheinlich, dass die in den Fetten enthaltene Capronsäure die normale Säure sei; dafür spricht die annähernde Übereinstimmung der einst von Chevreul am Calcium-, Baryum- und Strontiumsalz ausgeführten Löslichkeitsbestimmungen mit den an den entsprechenden Salzen der synthetischen normalen und der Gährungscapronsäure gemachten Beobachtungen. Dass ich auch die von Franchimont und Zincke aus Heracleumöl erhaltene Capronsäure für normale Säure zu halten geneigt bin, habe ich schon früher ausgesprochen.

Ich gehe nun zur Darlegung der experimentellen Resultate über.

Aus käuflicher Gährungsbuttersäure wurde durch fractionirte Destillation, wiederholtes Waschen der über 180° siedenden Partie jedesmal mit dem sechsfachen Volum Wasser (um Buttersäure zu entfernen) und dann neuerdings aufgenommene fractionirte Destillation Capronsäure dargestellt. Ich überzeugte mich bei dieser Gelegenheit, dass sehr kleine Mengen von noch höher siedenden und kohlenstoffreicheren Säuren zugegen sind, und dieser Umstand trägt wesentlich dazu bei, die Reindarstellung der Capronsäure auch durch oft wiederholte fractionirte Destillation zu erschweren. Auch die Siedepunktbestim

wird dadurch, dass eine vollständig scharfe Trennung der Capronsäure von den niedriger und von den höher siedenden Säuren sich kaum erreichen lässt, etwas minder zuverlässig. Ich fand als Mittel mehrerer mit zwei verschiedenen Thermometern, für die ich Correctionstabellen entworfen hatte, ausgeführten Bestimmungen den Siedepunkt bei 205° unter dem auf 0° red. Druck von 746^{mm}, wobei die für den herausragenden Quecksilberfaden angebrachten Correctionen 4—5° betrugen.

Die einzelnen Bestimmungen wichen innerhalb der Grenzen eines Grades von einander ab. [1]

---

[1] Ich glaube, dass man bei so hohen Temperaturen mit Siedepunktbestimmungen, die auch nur auf 1° genau sind, im allgemeinen zufrieden sein muss, und dass bei weitem die meisten der vorhandenen Bestimmungen keineswegs auf 1° zuverlässig sind. Wendet man, wie das so oft geschieht, uncontrolirte oder nur für die Fundamentalpunkte controlirte Thermometer an, so ist man dadurch allein, auch bei tadelloser Ausführung des Versuchs und Anwendung aller sonstigen Cautelen, der Gefahr ausgesetzt, Fehler von mehreren Graden zu begehen. (Bei etwa 260° beträgt der aus dem ungleichen Volum der gleichen Gradezahl entspringende Fehler bei den käuflichen Thermometern häufig 5° und selbst 10°; gewöhnlich verengt sich das Lumen der Thermometer nach oben.) Aber selbst wenn man durch Verschiebung eines Quecksilberfadens das Thermometer calibrirt, die Fundamentalpunkte bestimmt und eine Correctionstabelle entworfen hat, so lässt sich bei über 200° liegenden Temperaturen ein sehr hoher Grad von Genauigkeit doch nicht erreichen. Weder ist die Correctionstabelle absolut genau, noch lässt sich die Correction für den herausragenden Quecksilberfaden mit vollständiger Genauigkeit machen; wenn nun jede dieser Correctionen mehrere Grade beträgt, wie es bei hohen Temperaturen meistens der Fall ist, so ergibt sich eine ziemlich erhebliche Unsicherheit. Zieht man weiter in Betracht, dass durch von selbst eintretende Änderung des Gefässvolums die Fundamentalpunkte sich verschieben und dass derlei Verschiebungen (etwa um $\frac{1}{2}$°) mitunter sehr plötzlich während eines Experimentes eintreten können (was auch wieder bei höheren Temperaturen viel leichter als bei niedrigeren stattfindet), so wird man die am Eingang dieser Note hingestellte Bemerkung wohl gerechtfertigt finden. Überhaupt scheint mir die Genauigkeit der Thermometer namentlich von Chemikern oft überschätzt zu werden. Zur Vermeidung von Selbsttäuschungen über den Grad der erreichten Genauigkeit würde es sich empfehlen, bei Bestimmung namentlich von hoch gelegenen Siedepunkten 2 oder 3 verschiedene Thermometer in Anwendung zu bringen.

Die Analyse ergab folgendes Resultat:

0·4712 Gr. gaben 1·0751 CO_2 und 0·4524 H_2O.

In 100 Theilen:

	Gefunden	$C_6H_{12}O_2$
Kohlenstoff	62·22	62·07
Wasserstoff	10·66	10·34
Sauerstoff	—	27·59

Die Gährungscapronsäure erwies sich als optisch vollkommen inactiv. Für das specifische Gewicht, bezogen auf Wasser von gleichen Temperaturen, wurde gefunden:

Temperatur	0°	20°	40°
Spec. Gewicht	0·9438	0·928	0·9164

Diese Zahlen sind circa um 1 in der 3. Decimale kleiner, als ich früher für die synthetische, normale Capronsäure gefunden habe. Die Differenz, wenn auch klein, ist jedenfalls grösser als die Versuchsfehler, doch glaube ich nicht daraus schliessen zu müssen, dass hier eine isomere Säure vorliegt, sondern möchte eher glauben, dass Unreinheit des Präparates an der Verschiedenheit schuld sei und zwar bietet die synthetisch dargestellte Capronsäure grössere Garantien der Reinheit als die durch fractionirte Destillation abgeschiedene Gährungscapronsäure.

Äthylcapronat. Zur Darstellung desselben wurden 11 Gr. der analysirten Säure mit 11 Gr. Alkohol à 99% gemischt und 5·5 Gr. conc. Schwefelsäure allmälig einfliessen lassen. Es trat Erwärmung, doch keine Färbung ein, und es bildeten sich fast sogleich 2 Schichten. Ich liess nun bei gewöhnlicher Temperatur einen Tag stehen, entfernte dann die untere Schicht, wusch die obere Ätherschicht successive mit alkalischem, dann mit reinem Wasser und trocknete sie mit Chlorcalcium. Ihr Gewicht in trocknem Zustande betrug 12·5 Gr. (anstatt theoretisch 13·65 Gr.); sie bestand, wie die Destillation zeigte, bei der alsbald ein nahezu constant siedendes Product erhalten wurde, fast ganz aus reinem Capronsäureäther. Die Analyse gab folgende mit der Formel $C_2H_5C_6H_{11}O_2$ ü' stimmende Resultate:

I. 0·3517 Gr. gaben 0·8592 CO_2 und 0·3602 H_2O.
II. 0·3637 Gr. gaben 0·8901 CO_2 und 0·3773 H_2O.

In 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet
	I.	II.	
Kohlenstoff	66·63	66·74	66·67
Wasserstoff	11·38	11·52	11·11
Sauerstoff	—	—	22·22

Der Siedepunkt des Capronsäureäthers wurde bei 166·9—167·3° unter dem auf 0° red. Druck von 738mm gefunden, wobei die Correction für den herausragenden Quecksilberfaden 3·5° betrug. Die Bestimmung des specifischen Gewichtes im Vergleich zu Wasser von denselben Temperaturen gab folgende Werthe:

Temperatur	0°	20°	40°
Spec. Gewicht	0·8898	0·8728	0·8596

Diese Zahlen stimmen mit den früher für das spec. Gewicht des aus synthetisch erzeugter normaler Capronsäure bereiteten Äthers gefundenen fast vollständig überein und liefern somit ein weiteres Argument für die Identität der Gährungs- und der Normal-Capronsäure.

Da die für das spec. Gewicht der Gährungscapronsäure erhaltenen Werthe minder gut stimmen, was, wie ich schon oben bemerkte, wohl nur in der Unreinheit der Säure seinen Grund hat, auch der Siedepunkt der Säure minder constant war als der des Äthers, so dürfte es in Zukunft zur Darstellung reiner Gährungscapronsäure empfehlenswerth sein, die durch Waschen und fractionirte Destillation möglichst gereinigte Säure in Äther überzuführen und aus dem durch fractionirte Destillation leicht rein zu erhaltenden Äther die Säure wieder abzuscheiden.

Über gährungscapronsaure Salze.

Von **Franz Kottal.**

Zur Darstellung der folgenden Salze bediente ich mich der aus käuflicher Gährungsbuttersäure in der Weise, wie in Prof. Lieben's vorstehender Abhandlung beschrieben ist, abgeschiedenen Capronsäure. Leider konnte keines derselben in schönen deutlichen oder besonders wohl charakterisirten Krystallen erhalten werden.

Calciumcapronat. Die Säure wurde mit Kalkmilch digerirt, der überschüssige Kalk mittelst Kohlensäure in der Wärme ausgefällt und darauf das Filtrat durch Abdunsten im Vacuum zur Krystallisation gebracht. Die erhaltenen kleinen Krystallblättchen wurden durch Pressen zwischen Filterpapier getrocknet, fein gepulvert, abermals zwischen Papier ausgepresst und so zur Analyse verwendet.

0·789 Gr. des Salzes verloren bei allmäligem Erhitzen auf 120° 0·05 H_2O, und lieferten mit verd. Schwefelsäure im Tiegel behandelt und in der Muffel erhitzt[1] 0·372 $CaSO_4$ entsprechend 0·1094 Calcium.

Daraus folgt für den capronsauren Kalk die Formel

$$Ca(C_6H_{11}O_2)_2 + H_2O,$$

wie folgende Zusammenstellung zeigt.

---

[1] Diese und alle folgenden ähnlichen Bestimmungen wurden mit Anwendung des folgenden von Prof. Lieben angegebenen und von ihm seit lange für solche Zwecke benützten Verfahrens ausgeführt. In den Boden einer kleinen Muffel werden zwei kreisrunde Löcher gebohrt. Das eine ganz nahe der hinteren Muffelwand ist gerade so gross, um das obere Ende einer Bunsen'schen Lampe durchstecken zu können, das zweite näher zur Muffelöffnung gelegene Loch hat eine hinreichende Grösse, um einen Tiegel etwa zur Hälfte darein zu versenken, so dass das Loch durch denselben verschlossen wird und nur die weitere obere Hälfte des konischen Tiegels innerhalb der Muffel steht, die untere Hälfte dagegen nach unten herausragt. Wenn man nun die Lampe anzündet, so streicht die Flamme, an der gewölbten Muffeldecke sich ausbreitend, gerade wie in einem Flammofen, über den Tiegel hin, und erhitzt ihn nur von oben. Das

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet
Calcium	13·86	13·89
Krystallwasser	6·33	6·25

Zur Löslichkeitsbestimmung wurde die Mutterlauge verwendet, aus der sich beim allmäligen Abdunsten im Vacuum reichlich Krystalle ausgeschieden hatten und die man daher als gesättigte Lösung betrachten durfte. 7·126 Gr. dieser bei 19·5° gesättigten Lösung wurden zuerst im Vacuum zur Trockne verdunstet und dann der Salzrückstand bei 120° getrocknet; er wog 0·196 Gr. Demnach enthalten 100 Theile einer bei 19·5° gesättigten Lösung 2·75 Th. wasserfreies Calciumcapronat. Um jedoch sicher zu sein, dass dieser aus der Mutterlauge erhaltene Salzrückstand wirklich noch reiner und neutraler capronsaurer Kalk war, wurde durch Behandlung desselben mit verd. Schwefelsäure und Erhitzen in der Muffel eine Calciumbestimmung darin ausgeführt. Aus den obigen 0·196 Gr. bei 120° getrockneten Salzrückstand werden 0·097 Gr. $CaSO_4$ ensprechend 0·0285 Calcium erhalten, was einem Gehalt von 14·54 Proc. Calcium entspricht. Die Theorie fordert für $Ca(C_6H_{11}O_2)_2$ 14·81 Proc. Calcium.

Baryumcapronat. Es wurde durch Sättigen der Säure mit Barytwasser und Entfernung des überschüssig zugesetzten Baryts mit verd. Schwefelsäure dargestellt. Die genau neutral reagirende, abfiltrirte Flüssigkeit wurde im Vacuum bis zu

---

Spritzen, das sonst beim Erhitzen eines Tiegels, der eine zu verdampfende Flüssigkeit und einen darin suspendirten Niederschlag enthält, so leicht eintritt, wird auf diese Art mit Leichtigkeit vermieden. Je nachdem man die Flamme grösser oder kleiner macht, je nachdem man den Tiegel offen lässt oder bald mehr, bald minder durch seinen Deckel verschliesst, kann man die Schnelligkeit des Abdampfens und die Temperatur, die man hervorbringen will und die sich nach der Natur der abzudampfenden Flüssigkeit (Wasser, Schwefelsäure etc.) richtet, nach Belieben regeln. Will man die von oben strahlende Hitze noch verstärken oder fürchtet man, dass aus der erhitzten Muffeldecke sich Stäubchen loslösen und in den Tiegel fallen könnten, so braucht man nur die obere Wölbung durch ein Platinblech zu überkleiden. Nach vollständig beendetem Abdampfen und Trocknen in der Muffel kann man natürlich den Tiegel herausnehmen und ausglühen.

reichlicher Krystallabscheidung verdunstet, wobei Büschel von sehr kleinen Nadeln erhalten wurden.

I. 1·209 Gr. des Salzes (zwischen Papier ausgepresst) verloren bei 120° 0·16 H_2O und lieferten bei Behandlung mit Schwefelsäure in der Muffel 0·655 $BaSO_4$ entsprechend 0·3851 Baryum.

II. 1·148 Gr. desselben Salzes lieferten 0·149 H_2O und 0·631 $BaSO_4$ entsprechend 0·371 Baryum.

Aus diesen Analysen ergibt sich für das krystallisirte Baryumcapronat die Formel $Ba(C_6H_{11}O_2)_2+3H_2O$, wie folgende Zusammenstellung zeigt.

In 100 Theilen:

	Gefunden		Berechnet
	I.	II.	
Baryum	31.92	32·31	32·54
Krystallwasser	12·40	12·97	12·82

Die Löslichkeitsbestimmung wurde wie oben ausgeführt. 4·891 Gr. der Mutterlauge, die eine Temperatur von 23° hatte, im Vacuum verdunstet, hinterliessen einen Salzrückstand, der bei 120° getrocknet 0·564 Gr. wog. Somit enthalten 100 Th. einer bei 23° gesättigten Lösung 11·53 Th. wasserfreies Baryumcapronat. Der obige Salzrückstand, zur Controle in $BaSO_4$ übergeführt, gab 0·356 Gr., enthält also 0·209 Gr., d. i. 37·05 Proc. Baryum. Die Theorie fordert für wasserfreies Baryumcapronat 37·33 Proc. Baryum, was mit dem Gefundenen hinlänglich übereinstimmt.

Strontiumcapronat. Es wurde ebenso wie das Baryumsalz dargestellt und die Untersuchung in genau derselben Weise durchgeführt.

0·951 Gr. der zwischen Papier ausgepressten fein gepulverten Krystallblättchen lieferten beim Trocknen bei 120° 0·136 H_2O, und weiter 0·464 $SrSO_4$, entsprechend 0·2212 Strontium.

Daraus ergibt sich die Formel $Sr(C_6H_{11}O_2)_2+3$ ‾ ‾

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet
Strontium	23·24	23·55
Krystallwasser	14·30	14·53

3·124 Gr. der bei 24° gesättigten Mutterlauge, im Vacuum verdunstet, gaben 0·278 Gr. bei 120° getrockneten Salzrückstand, der aus wasserfreiem neutralen Strontiumcapronat bestand, denn er lieferte bei Behandlung mit Schwefelsäure 0·159 $SrSO_4$ und enthielt somit 27·27 Proc. Strontium, während sich 27·55 Proc. Strontium für wasserfreies Salz berechnen. 100 Th. einer bei 24° gesättigten Lösung enthalten daher 8·89 Th. wasserfreies Strontiumcapronat.

Cadmiumcapronat. Frisch gefälltes feuchtes Cadmiumhydroxyd wurde mit Capronsäure und Wasser in der Reibschale verrieben, bis neutrale Reaction eintrat, hierauf abfiltrirt und die Lösung im Vacuum bis zu reichlicher Krystallabscheidung verdunstet.

1·086 Gr. des zwischen Papier gepressten Salzes verloren bei 120° 0·1045 H_2O und lieferten bei Behandlung mit verd. Schwefelsäure in der Muffel 0·59 $CdSO_4$ entsprechend 0·3176 Gr. Cadmium.

Daraus ergibt sich die Formel $Cd(C_6H_{11}O_2)_2 + 2H_2O$.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet
Cadmium	29·24	29·63
Krystallwasser	9·62	9·52

5·303 Gr. der bei 23·5° gesättigten Mutterlauge hinterliessen nach dem Verdunsten im Vacuum 0·051 Gr. bei 120° getrockneten Salzrückstand, der aus wasserfreiem neutralen Salz bestand, denn er lieferte bei Behandlung mit Schwefelsäure in der Muffel 0·0308 $CdSO_4$, enthielt also 0·01658 Gr., d. i. 32·5 Proc. Cadmium, während man für $Cd(C_6H_{11}O_2)_2$ 32·74 Proc. Cadmium berechnet. 100 Th. der bei 23·5° gesättigten Lösung enthalten daher 0·96 Th. wasserfreies Cadmiumcapronat.

Zinkcapronat. Es wurde ebenso wie das Cadmiumsalz dargestellt und gleichfalls nur in sehr undeutlichen Krystallen erhalten.

0·82 Gr. des zwischen Filterpapier ausgepressten gepulverten Salzes verloren bei allmäligem Erhitzen auf 120° 0·046 Gr. H_2O und lieferten nach Auflösung in verd. Salzsäure, Ausfällen der zum Sieden erhitzten Lösung mit kohlensaurem Natron u. s. w. 0·2114 ZnO entsprechend 0·1697 Zink.

Aus diesen Daten leitet sich für das krystallisirte Zinkcapronat die Formel $Zn(C_6H_{11}O_2)_2 + H_2O$ ab.

In 100 Theilen:

	Gefunden	Berechnet
Zink	20·69	20·81
Krystallwasser	5·60	5·74

Zur Löslichkeitsbestimmung wurde wie sonst die Mutterlauge verwendet. 6·717 Gr. der bei 24·5° gesättigten Lösung hinterliessen nach dem Abdunsten im Vacuum 0·069 Gr. bei 120° getrockneten Salzrückstand. Somit enthalten 100 Th. einer bei 24·5° gesättigten Lösung 1·03 Th. wasserfreies Zinkcapronat. Zur Controle der chemischen Beschaffenheit des Rückstandes wurde durch Auflösen in verd. Salzsäure und Ausfällen mit kohlensaurem Natron der Zinkgehalt desselben bestimmt. 0·069 Gr. des getrockneten Salzes lieferten 0·0189 ZnO, enthalten also 0·0151 Gr., d. i. 21·88 Proc. Zink, während sich für wasserfreies capronsaures Zink 22·08 Proc. berechnet.

Die vorstehenden Untersuchungen wurden in Prof. Lieben's Laboratorium in Prag ausgeführt.

SITZUNGSBERICHTE

DER

ERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXVIII. Band.

ZWEITE ABTHEILUNG.

8.

t **die** Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Mechanik, Meteorologie und Astronomie.

XXII. SITZUNG VOM 9. OCTOBER 1873.

Der Präsident heisst die Mitglieder bei Wiedereröffnung der Sitzungen willkommen.

Derselbe gedenkt des schmerzlichen Verlustes, den die Akademie und speciell die math.-nat. Classe durch das am 17. September zu Leipzig erfolgte Ableben des inländischen c. M. Herrn Prof. Dr. Joh. Nep. Czermak erlitten hat.

Sämmtliche Anwesende geben ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Der Secretär legt drei Dankschreiben vor, und zwar:

1. Von dem c. M. Herrn Hofrathe Dr. Fr. Wöhler in Göttingen, für die ihm aus Anlass der am 2. September begangenen Feier seines 50jährigen Doctor-Jubiläums vom Präsidium der Akademie dargebrachten Glückwünsche. 2. Vom Herrn Prof. Dr. F. C. Donders für seine Wahl zum correspondirenden Mitgliede der Akademie. 3. Vom Herrn Prof. Dr. Const. Freiherrn von Ettingshausen für die ihm zur Erforschung der fossilen Flora des Sulm-Thales bewilligte Subvention von 300 fl.

Das *„Institut Impérial des Mines“* zu St. Petersburg ladet die Akademie mit Schreiben vom 18. September ein, sich bei seiner am 21. October (2. November) d. J. zu begehenden 100-jährigen Gründungsfeier durch eines ihrer Mitglieder vertreten zu lassen.

Das k. k. Ministerium des Inneren setzt die Akademie, mit Zuschrift vom 9. September, in Kenntniss, dass nach einem Berichte des Statthalters von Niederösterreich im Winter 1872/3 am n.-ö. Donaustrome keine Eisbildung stattgefunden hat.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Beiträge zur Feststellung der Lagerungsformel der Allylverbindungen und der Acrylsäure“, von dem c. M. Herrn Dr. Ed. Linnemann in Brünn.

„Beiträge zur Physiologie der Pflanzen“, vom Herrn Prof. Fr. Krašan in Krainburg, eingesendet und empfohlen durch Herrn Vice-Director K. Fritsch in Salzburg.

„Bestimmung von Tangenten an die Selbstschattengrenze von Rotationsflächen“, vom Herrn Prof. Dr. Rud. Staudigl in Wien.

„Der Golfstrom“, vom Herrn Jos. Kregau in Görz.

„Über eine neue Weltanschauung und eine Universalerklärung der Natur“, vom Herrn Eug. Schacherl zu Lembach im Mühlkreise.

Der Secretär legt ferner die im Drucke beendigte, gekrönte Preisschrift: „Untersuchungen über die Härte an Krystallflächen“, vom Herrn Dr. Franz Exner, vor.

Herr Regierungsrath Dr. K. v. Littrow berichtet über die am 21. August vom Herrn Borelly in Marseille gemachte Entdeckung eines neuen teleskopischen Kometen.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie des Sciences et Lettres de Montpellier: Mémoires de la Section des Lettres. Tome IV, 2e—4e fasc. Années 1865—1868. — Mémoires de la Section des Sciences. Tome VI, 2e—3e fasc. Années 1865—1866; Tome VII, 1er—4e fasc. Années 1867—1870; Tome VIII, 1er fasc. Année 1871. — Mémoires de la Section de Médecine. Tome IV, 3e—5e fasc. Années 1865—1869. Montpellier; 4°.

American Chemist. Vol. III, Nr. 12; Vol. IV, Nrs. 1—2. Philadelphia, 1873; 4°.

Annalen der Chemie & Pharmacie von Wöhler, Liebig, Kopp, Erlenmeyer und Volhard. N. R. Band XCII, Heft 1—3. Leipzig & Heidelberg, 1873; 8°.

— der königl. Sternwarte bei München. XIX. Band. München, 1873; 8°.

Annales des mines. VIIe Série. Tome III, 1re & 2e Livraisons de 1873. Paris; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 22—28. Wien, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1949—1959. (Bd. 82. 5—15.) Kiel, 1873; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nrs. 2—11. Paris, 1873; 4°.

Exner, Franz, Untersuchungen über die Härte an Krystallflächen. Eine von der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien gekrönte Preisschrift. Wien, 1873; 8°.

Gesellschaft der Wissenschaften, k. böhmische, in Prag: Sitzungsberichte. 1873. Nr. 4—5. Prag; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Band, Nr. 14—18. Wien, 1873; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 30—40. Wien, 1873; 4°.

Göttingen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus den Jahren 1869—1872. 4° & 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie und verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XXXIX, Heft 5 & 6; Band XL, Heft 1. Speyer, 187..; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 15—20. Graz, 1873; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1873, Nr. 11—13. Wien; 8°.

Memorial des Ingenieros. Tomo XXVII. Madrid 1872; 8°. — Estado del cuerpo de Ingenieros del ejército en 1873. Madrid; 8°.

Moniteur scientifique du D^teur^ Quesneville. 380°—382° Livraisons. Paris, 1873; 4°.

Nature. Nrs. 195—205, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Observatorio, Real, de Madrid: Anuario. I. Año. 1860; II. Año. 1861; VII. Año 1866. Madrid, 1859, 1861 & 1865; 8°. — Observaciones meteorológicas efectuadas en el Observatorio de Madrid, 1864—1865 & 1870—1871. Madrid, 1866 & 1872; 8°. — Resúmen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Peninsula. 1870—1871. Madrid. 1872; 8°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VII. Nr. ? [illegible] r. 4. 1873, Torino; 4°.

Osservatorio Reale, di Brera in Milano: Pubblicazioni Nr. III. Milano & Napoli, 1873; 4°.

Repertorium für Experimental-Physik etc. Von Ph. Carl. IX. Band, 3. & 4. Heft. München, 1873; 8°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. IIIe Année, 2e Série, Nrs. 4—14. Paris, 1873; 4°.

Sammlungen, Die, der vereinten Familien- und Privat-Bibliothek Sr. Maj. des Kaisers. I. Band. Wien, 1873; Folio.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. 1873. Disp. 4^{a}—6^{a}. Palermo; 4°.

Société Géologique de France: Bulletin. 2e Serie. Tome XXIX, (1872), Nr. 8; 3e Série. Tome Ier (1873), Nr. 3. Paris; 8°.

— des Ingénieurs civils: Mémoires et Compte rendu des travaux. 3e Série. 26e Année. 1er Cahier. Paris, 1873; 8°.

Verein der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg: Archiv. 26. Jahr. Neubrandenburg, 1873; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 30—40. Wien, 1873; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang, 10—12. Heft. Wien, 1873; 4°.

Beiträge zur Feststellung der Lagerungsformel der Allylverbindungen und der Acrylsäure.

Von dem c. M. Eduard Linnemann.

Erste Abtheilung.

'erhalten der Acrylsäure gegen aus saurer Lösung nascirenden Wasserstoff und gegen Oxydationsmittel.

Die Thatsache, dass die Acrylsäure beim Behandeln mit atriumamalgam, durch directe additionelle Aufnahme von nem Molecül Wasserstoff in Propionsäure übergeht, ist für die ststellung der Natur des Anfangsgliedes der Acrylsäurereihe n einiger Wichtigkeit.

Von grösserem Werthe wäre es gewesen, wenn sich bei der rylsäure die sogenannte „Pinakonreaction" vollzogen hätte; h. wenn zwei Molecüle Acrylsäure sich mit einem Molecül asserstoff zu verbinden im Stande wären.

Hier müsste eine Säure von der Zusammensetzung der lipinsäure entstehen:

$$\underbrace{2[C_3H_4O_2]}_{\text{Acrylsäure}} + H_2 = \underbrace{C_6H_{10}O_4}_{\text{Adipinsäure}}.$$

Da zwei Adipinsäuren bekannt sind, welche beide synthe-sch erhalten wurden, so dass man annehmen darf, die eine on beiden enthalte zweimal die Methylgruppe, die andere aber ar nicht; so wäre, falls die eine oder andere Adipinsäure unter iesen Umständen aus Acrylsäure darzustellen gewesen, ein ewichtiger Rückschluss auf die Lagerungsformel der Acryl-äure möglich geworden.

Da ich früher die Beobachtung gemacht, dass sich die Pinakonreaction besonders gerne in saurer Lösung vollzieht, so zog ich es vor, den Wasserstoff diesmal in saurer Lösung auf Acrylsäure einwirken zu lassen. Da ferner nach den Mittheilungen von Caspary & Tollens[1] beim Behandeln von Bibrompropionsäure mit Zink und Schwefelsäure, Acrylsäure erhalten wurde, dieselbe sich somit bei gewöhnlicher Temperatur in saurer Lösung nur schwierig mit Wasserstoff zu verbinden versprach, so schien es zweckmässig, die Einwirkung bei etwas erhöhter Temperatur vor sich gehen zu lassen.

Als ich eine Lösung von acrylsaurem Natron in einer am Rückflusskühler befindlichen Retorte durch 15 Stunden im kochenden Wasserbade mit Zink und Schwefelsäure behandelte, derart, dass durch stets erneuerten Zusatz kleiner Mengen von Schwefelsäure eine fortwährende schwache Gasentwicklung unterhalten wurde, hatte ich vollständigen Erfolg.

Unter diesen Umständen wurde zwar keine nachweisbare Menge von Adipinsäure gebildet, aber die in Anwendung gebrachte Acrylsäure war so vollständig in Propionsäure übergegangen, dass keine unveränderte Acrylsäure mehr nachgewiesen werden konnte.

Ehe ich zur näheren Beschreibung der erhaltenen Propionsäure, welche übrigens sich als völlig identisch mit der Propionsäure aus Propylalkohol erwies, übergehe, muss ich einige Angaben über die Gewinnung des in Verwendung gekommenen acrylsauren Natrons machen.

Für meine noch nicht beendete Untersuchung der Acrylsäure dient als Rohmaterial ein Natronsalz, welches durch Oxydation einer wässerigen Acroleinlösung mit Silberoxyd erhalten ist. Dieses rohe Natronsalz, welches alle bei genannter Oxydation entstehende Säuren einschliesst, enthält unter Anderem auch ein ausserordentlich zerfliessliches, selbst in kaltem absolutem Alkohol sehr leicht lösliches, beim Verdunsten der alkoholischen Lösung als „Schmiere" bleibendes Natronsalz. Um dieses Salz zu isoliren, muss das rohe Natronsalz wiederholt mit beträchtlichen Mengen von kaltem absolutem Alkohole ausgezogen

[1] Ann. Chem. & Pharm. CLXVII. Heft 2—3. St. 255.

werden. Hierbei löst sich nun auch eine geringe Menge eines in kaltem absolutem Alkohol nur schwer löslichen Salzes mit auf, welches beim Verdunsten der alkoholischen Lösung sich successive ausscheidet, und dann durch wiederholtes Waschen mit kleineren Mengen absoluten Alkohols rein erhalten werden kann.

Dieses Salz hat die Zusammensetzung des acrylsauren Natrons und alle Eigenschaften, wie solche in neuerer Zeit für dasselbe aus den Mittheilungen von Wislicenus[1] und Anderer bekannt geworden.

Dieses Salz diente zu den nachfolgenden Versuchen und es sei deshalb etwas näher beschrieben.

Aus mikroskopischen, linsenförmigen Nädelchen bestehend, zerfliesst es an mässig trockener Luft nicht, wohl aber an feuchter Luft, oder unter eine Glocke neben Wasser gestellt. Es stellt eine weisse, leichte, lockere Salzmasse dar, deren wässerige Lösung fast farblos ist und nur einen Stich ins Gelbliche besitzt. Die kochend heiss vollkommen gesättigte wässerige Lösung erstarrt beim Erkalten zu einer Gallerte, in der unter dem Mikroskope keine bestimmten Formen erkannt werden können. In kaltem absolutem 99$^0/_0$igem Alkohole ist das Salz nur wenig auflöslich, und eine kochend bereitete Lösung scheidet beim Erkalten nichts aus. Es ist also dieses Salz in kochendem absolutem Alkohol kaum merklich löslicher als in kaltem. Verdünnterer Weingeist löst es zwar reichlicher, 80$^0/_0$iger Weingeist sogar sehr leicht, aber auch hier tritt für keinen Concentrationsgrad die Erscheinung ein, dass beim Erkalten kochend bereiteter Lösungen etwas krystallisire. Verdunstet man eine Lösung des Salzes in 80$^0/_0$igem Weingeiste auf dem Wasserbade, bis sich auf dem zurückbleibenden Syrup ein Häutchen zeigt, so erstarrt der erkaltete Syrup beim Berühren sofort krystallinisch. Unter dem Mikroskope zeigen sich alsdann zu Gruppen vereinigte haar- und linsenförmige Nadeln.

Dieses Natronsalz ändert bei 250° C. sein Ansehen noch nicht; stärker erhitzt, entlässt es aber zunächst etwas saure Dämpfe, bläht sich auf, wird grau und zersetzt sich dann

---

[1] Ann. Chem. & Pharm. Bd. CLXVI. Heft 1. St. 2, 24.

theilweisem Schmelzen und unter starker Verkohlung und Aufblähen, indem brenzliche Producte abdestilliren.

Das Salz ist also ohne Zersetzung nicht schmelzbar. Mit trockener gasförmiger Jodwasserstoffsäure behandelt, entsteht β. Jodpropionsäure, wie schon Wislicenus[1] als charakteristisches Kennzeichen für acrylsaures Natron angegeben. Die gebildete Jodpropionsäure kann durch Schütteln mit Äther und Verdunsten der Lösung leicht erhalten werden.

Das über Schwefelsäure getrocknete Salz, geglüht und mit Schwefelsäure abgeraucht, enthielt 24·01 % Na, insofern 0·2745 Gramm Salz 0·2035 Grm. Na_2SO_4 lieferten; das acrylsaure Natron enthält 24·47 % Na.

Es geht hieraus zur Genüge hervor, dass das hier beschriebene Natronsalz identisch ist, mit dem acrylsauren Natron, wie es von Wislicenus und Anderen seither beschrieben wurde. Erwähnen will ich noch, dass es sich auch gegen Metallsalze wie das acrylsaure Natron verhielt.

Ob die in diesem Natronsalze enthaltene Acrylsäure in jeder Beziehung identisch ist mit der bei 139·78 ° C. siedenden und bei +7° C. bis +8° C. schmelzenden, von mir bereits kurz beschriebenen[2] Acrylsäure, kann ich heute, nach gerade an den Natronsalzen beobachteten und noch nicht erklärten Unterschieden, noch nicht entscheiden.

Es schien desshalb aber auch erforderlich, die Genesis des zu den nachfolgenden Versuchen verwendeten Natronsalzes so ausführlich mitzutheilen.

Die Salze der Propionsäure sind in der letzten Zeit so gut untersucht worden, und ihre Eigenschaften so wesentlich verschieden von den Eigenschaften der acrylsauren Salze, dass es mir möglich war, die nachfolgende Untersuchung mit nur 5 Grm. des oben beschriebenen acrylsauren Natrons durchzuführen.

Nachdem das acrylsaure Natron fünfzehn Stunden in Eingangs erwähnter Weise der Wirkung des nascirenden Wasserstoffes ausgesetzt gewesen, wurde mit Schwefelsäure übersättigt, bis zur Krystallisationsfähigkeit des Destillationsrückstandes

[1] Ann. Chem. & Pharm. Bd. CLXVI. Heft 1. St. 1—2.

[2] Ann. Chem. & Pharm. Bd. CLXIII. 95.

abdestillirt, und die Mutterlauge, sowie das Auskrystallisirte wiederholt unter Zusatz von Wasser destillirt, so lange bis die saure Reaction des Übergehenden nur noch sehr schwach war.

Der Destillationsrückstand enthielt, wie schon erwähnt, keine Adipinsäure oder sonst eine isolirbare organische Substanz.

Das mit Soda neutralisirte und zur Trockne gebrachte saure Destillat wurde mit absolutem 99volum$^0/_0$igem Alkohol ausgekocht. Hierbei blieb ein Rückstand, welchem von 80$^0/_0$igem Weingeist nur noch Spuren entzogen wurden, die nicht als acrylsaures Natron erkannt werden konnten. Der Rückstand bestand aus schwefelsaurem und kohlensaurem Natron, sowie kohlensaurem Zink.

Die in absolutem Alkohole kochend bereitete Lösung des erhaltenen Natronsalzes liess beim Erkalten einen Theil des Salzes auskrystallisiren. Die Mutterlauge enthielt nur noch Salz, welches mit dem Auskrystallysirten vollkommen gleiche Eigenschaften besass. Keine nachweisbare Menge des in absolutem Alkohol schwer löslichen acrylsauren Natrons war aufzufinden.

Das auskrystallisirte und das in der Mutterlauge befindliche Salz, zusammen etwas über 2 Grm. betragend, hatten völlig die Eigenschaften des propionsauren Natrons, wie ich mich durch einen genauen Vergleich dieses Salzes mit reinem, aus der früher beschriebenen[1] Propionsäure dargestelltem Natronsalze überzeugt habe.

Aus der heiss gesättigten Lösung in absolutem Alkohol fällt das Salz in Form eines sandigen Pulvers aus, welches unter dem Mikroskope vereinzelte Nadeln oder linsenförmige Gebilde zeigt. Auch die beim Verdunsten der alkoholischen Lösung auf dem Wasserbade bleibende, weisse, glänzende Salzmasse, und der beim Verdunsten der alkoholischen Lösung über Schwefelsäure bleibende Rückstand zeigen ähnliche mikroskopische Beschaffenheit. Die linsenförmigen Nadeln sind hier jedoch vorzugsweise zu Kugeln vereinigt. Beim Verdunsten der wässrigen Lösung über Schwefelsäure vereinigen sich diese Nadeln zu Dendriten

[1] Ann. Ch. & Ph. Bd. CLXI. 216.

Das Salz zerfliesst an feuchter Luft oder neben Wasser unter eine Glocke gestellt rasch, wird jedoch an trockner Luft ebenso rasch wieder fest.

Beim Erhitzen schmilzt das durch Schmelzen zuvor völlig entwässerte Salz bei 230° C. noch nicht, bei höherer Temperatur jedoch ohne Zersetzung zu einer fast farblosen Flüssigkeit, welche beim Erkalten zu einer faserig krystallinischen, seidenglänzenden, leicht zerreiblichen Masse erstarrt. Nur bei sehr starkem Erhitzen des geschmolzenen Salzes findet etwas Verkohlung statt.

Das reine propionsaure Natron verhält sich in allen Stücken ganz gleich.

Die Löslichkeit in kochendem absolutem Alkohol ergab sich wie folgt:

27·6485 Grm. kochend bereiteter Lösung des zuvor geschmolzenen Salzes liessen beim Abkühlen 0·2565 (bei 100° C. getrocknetes) Salz auskrystallisiren. Die bei +20° C. filtrirte Mutterlauge enthielt auf 22·549 Grm. Lösung 0·5220 Grm. Salz.

1 Theil Salz erfordert 30 Theile kochenden absoluten Alkohol.
1 Theil Salz erfordert 42 Theile absoluten Alkohol von +20° C.
28% des Salzes fallen beim Abkühlen aus.

Ein Gegenversuch mit reinem propionsaurem Natron ergab insofern:

11·8275 Grm. kochend filtrirter Lösung 0·332 Grm. Salz hinterliessen und 12·5 Grm. kochend bereiteter Lösung 0·1185 Grm. beim Abkühlen fallen liessen, dass: 1 Theil Salz 34 Theile kochenden absoluten Alkohol erfordert und dass circa 28% des Gelösten beim Erkalten auskrystallisiren.

Diese Zahlen stimmen mit Anbetracht der Versuchsfehler, die nicht zu umgehen sind, gut überein.

Das zweimal aus kochendem absolutem Alkohol umkrystallisirte und über Schwefelsäure getrocknete Salz enthielt 23·43% Na insofern 0·1745 Grm. Salz 0·1316 Grm. geschmolzenes Na_2SO_4 lieferten. Propionsaures Natron verlangt 23·95% Na.

Das beschriebene Natronsalz lieferte beim Behandeln mit gasförmiger Jodwasserstoffsäure keine Jodpropionsäure, was als Beweis für die Abwesenheit jeder Spur von Acrylsäure dienen kann

Nachdem so die Überzeugung gewonnen war, dass das untersuchte Natronsalz von dem ursprünglich in Anwendung gekommenen acrylsauren Natron verschieden war, und sich als propionsaures Natron erwiesen, wurde aus dem Natronsalze die Säure wieder mit Schwefelsäure abgeschieden und in das für die Propionsäure so bezeichnende basische Bleisalz übergeführt.

Ich habe dieses Salz früher beschrieben[1] und auch den Weg angegeben, wie man es darstellt. Es charakterisirt sich dadurch, dass es in kaltem Wasser leicht löslich ist, und dass die kalt gesättigte Lösung beim Kochen das Salz fast vollständig wieder ausfallen lässt.

Indem ich mit der aus Acrylsäure gewonnenen Propionsäure ganz so wie früher beschrieben verfuhr, erhielt ich auch ganz das gleiche Resultat.

Das erhaltene, in kochendem Wasser unlösliche und heiss abfiltrirte Bleisalz enthielt nach dem Trocknen über Schwefelsäure 77·2% Pb, insofern 0·4010 Grm. Salz nach dem Abglühen mit Salpetersäure 0·3339 Grm. geschmolzenes Bleioxyd lieferten. Die früher von mir angegebene Formel des basisch propionsauren Bleies verlangt 74·2% Pb. Ich habe mich jedoch seither überzeugt, dass es schwer ist, das Salz von constantem Bleigehalte zu gewinnen, ohne dass dies auf seine hauptsächlichsten Eigenschaften, die Löslichkeit in kaltem und die Schwerlöslichkeit in kochendem Wasser, einen Einfluss hätte.

Aus dem so abgeschiedenen basischen Bleisalze wurde nun mittelst Schwefelwasserstoff die Säure abermals in Freiheit gesetzt und durch längeres Kochen mit überschüssigem Silberoxyd in das Silbersalz übergeführt.

Dieses wurde nach dem Krystallisiren ganz vom gewöhnlichen Ansehen eines sehr reinen propionsauren Silbers erhalten, Eigenschaften und Zusammensetzung stimmten gleichfalls überein.

Das Salz *b* war aus der Mutterlauge von Salz *a* erhalten. Zur Verbrennung diente der Rest beider Salze. Die Silberbestimmung wurde durch Erhitzung vorgenommen, wobei das Salz ohne Verpuffung zusammensinterte und sich zersetzte.

---

[1] Ann. Ch. & Ph. Bd. CLXI. 223.

Die Analyse des über Schwefelsäure getrockneten Sa
ergab:

a) 0·2102 Grm. Salz hinterliessen 0·1257 Grm. Ag
b) 0·1540 Grm. „ „ 0·0920 Grm. Ag
a+b) 0·5155 Grm. gaben 0·3700 Grm. CO_2 u. 0·1330 Grm. I

Berechnet		Gefunden	
C.....	19·88	*a+b)*	19·57
H.....	2·76	.....	2·86
Ag.....	59·66	*a)*	59·80
		b)	59·74

Die Löslichkeitsbestimmung wurde so ausgeführt, das mit wenig Wasser fein zerriebene Salz unter häufigem Umsch 24 Stunden in verkorkten Gefässen stehen blieb. Nach dem filtriren wurde der Silbergehalt als Chlorsilber bestimmt. einer neuerlichen Controllbestimmung mit synthetisch gestelltem propionsaurem Silber wurde geradeso verfahren.

I. Aus Acrylsäure erhaltenes propionsaures Silber:
12·2030 Grm. bei +23° C. gesättigte Lösung g 0·0753 Grm. Ag Cl.
1 Thl. propions. Silber erfordert bei +24° C. 118 Wasser.

II. Synthetisch dargestelltes propionsaures Silber (aus Propionsäure)[1]:
29·0200 Grm. bei +24° C. gesättigte Lösung g 0·1991 Grm. Ag Cl.
1 Thl. propions. Silber erfordern bei +24° C. 115 Wasser.

Früher wurde gefunden:[2]
1 Thl. propions. Silber erfordert bei +18° C. 11 Wasser.

Diese Zahlen stimmen innerhalb der Genauigkeitsgr derartiger Bestimmungen hinreichend überein.

Noch soll bemerkt werden, dass das reine acrylsaure nach meinen Beobachtungen bei +15° C. circa 100

[1] Annalen d. Ch. & Ph. Bd. CLXI. 221.
[2] Annalen d. Ch. & Ph. Bd. CLXI. 222.

Wasser zur Lösung erfordert, also nicht ganz unbeträchtlich löslicher ist.

Aus den vorliegenden Versuchen geht zur Sicherheit hervor:

I. „Dass die auf die Temperatur des kochenden Wasserbades gebrachte Acrylsäure beim Behandeln mit Schwefelsäure und Zink bis auf die kleinste Menge ein Molecül Wasserstoff aufnimmt."

II. „Dass die so aus Acrylsäure entstehende Propionsäure in jeder Beziehung identisch ist mit der bis jetzt bekannten normalen Propionsäure."

Wenn demnach Caspary und Tollens[1] am Schlusse ihrer Untersuchung über die „β Bibrompropionsäure" und deren Umwandlung in Acrylsäure" zu dem Endresultate kommen: „Mit Zink und Schwefelsäure geht die Acrylsäure nicht in Propionsäure über", so hat dies nur seine Giltigkeit, für „kurze Berührung bei mittlerer Temperatur".

Ob indessen die Acrylsäure selbst bei mittlerer Temperatur nicht dennoch durch das genannte Hydrogenisationsmittel in Propionsäure übergeführt wird, wenn die Berührung nur hinreichend lang andauert, hat der Versuch bis jetzt noch nicht entschieden. Diese Frage ist vorderhand noch offen.

Die Bildung der Propionsäure, einer einmal die Methylgruppe enthaltenden Substanz aus Acrylsäure und nascirendem Wasserstoffe, ist für die Lagerungsformel letzterer Säure nicht ohne Bedeutung.

Zunächst wird die Acrylsäure durch diese Reaction genau in dieselbe Beziehung zur Propionsäure gebracht, wie diese sich zwischen Crotonsäure und normaler Buttersäure ergab. Man wird verführt, aus Analogie zu schliessen, die Acrylsäure enthalte die Methylgruppe.

Für die Annahme der Präexistenz der Methylgruppe in der Acrylsäure sprachen denn auch die bis jetzt vorliegenden Angaben über die Oxydationsproducte der Acrylsäure.

[1] Annalen d. Ch. & Ph. Bd. CLXVII. Heft 2—3. 257.

Redtenbacher[1] gibt an, dass aus der Acrylsäure nicht nur bei Oxydation mit Salpetersäure, sondern auch durch andere energische Oxydationsmittel, ja schon beim langen Stehen mit wässrigem Kali „Essigsäure und Ameisensäure", respective die Oxydationsproducte letzterer, entstehen.

Wenn das Nichtauftreten der Essigsäure bei Oxydation des Allylalkohols[2], des Jodallyls[3] und des Acroleins[4] als Beweis dafür dient, dass die genannten Allylderivate die Methylgruppe nicht enthalten; so musste das Auftreten von Essigsäure bei Oxydation der Acrylsäure ebenso entscheidend für Präexistenz der Methylgruppe in der Acrylsäure sprechen.

Da Redtenbacher der Oxydation der Acrylsäure mit Salpetersäure erwähnt, von der Chromsäure als Oxydationsmittel speciell nicht spricht und gerade das Verhalten der Allylderivate gegen Chromsäure entscheidend war; so untersuchte ich zunächst das Verhalten der Acrylsäure gegen Chromsäure.

I) Oxydation des acrylsauren Natrons durch Chromsäure.

a) 2 Grm. des oben beschriebenen acrylsauren Natrons, 5 Grm. saures chromsaures Kali, 10 Grm. concentrirte Schwefelsäure und 100 Grm. Wasser wurden $1\frac{1}{2}$ Stunde am Rückflusskühler gekocht. Die Lösung färbte sich nur langsam grün, die Oxydation erfolgte schwierig. Man setzte nun Wasser zu, destillirte die flüchtige Säure ab, kochte das saure Destillat anhaltend mit überschüssigem Silberoxyd, um vorhandene Ameisensäure zu zerstören, filtrirte ab, und brachte das Silbersalz zur Krystallisation. Es wurde ein beim Erhitzen verpuffendes Salz erhalten, welches nichts Anderes als „reines acrylsaures Silber" war.

1. 0·1890 Grm. hinterliessen 0·1135 Grm. Ag = 60·05%
2. 0·1350 Grm. „ 0·0810 Grm. Ag = 60·00%

acrylsaures Silber verlangt 60·33% Ag.

---

[1] Ann. Ch. & Ph. XLVII. St. 34.
[2] Ann. Ch. & Ph. CLIX. 101. Rinne & Tollens.
[3] B. d. d. ch. G. 1873. Nr. 6—7. St. 388. Kekule.
[4] Ann. Ch. & Ph. Splbd. II. Claus.

Die flüchtige Säure war also im vorliegenden Falle noch unveränderte Acrylsäure. Essigsäure hätte sich höchstens etwa noch in der Mutterlauge des analysirten Silbersalzes vorfinden können. Es wurde deshalb diese Mutterlauge bei einem zweiten Versuche, der angestellt wurde, um etwa gebildete Essigsäure möglichst von der noch unzersetzten Acrylsäure zu trennen, mit verarbeitet.

b) 4 Grm. acrylsaures Natron, 10 Grm. saures chromsaures Kali, 20 Grm. concentrirte Schwefelsäure und 100 Grm. Wasser wurden eine Stunde am Rückflusskühler gekocht. Diesmal färbte sich die Chromsäurelösung bei stärkerer Concentration etwas rascher grün, dennoch war ein nicht unbeträchtlicher Theil der Acrylsäure unoxydirt geblieben. Die erhaltene flüchtige Säure wurde wieder zunächst mit überschüssigem Silberoxyd gekocht, hierauf die Silbersalzlösung mit Soda gefällt, das Ganze zur Trockne verdampft und mit etwas kochendem absolutem Alkohol ausgezogen. Wäre unter dem Verdunstungsrückstande essigsaures Natron gewesen, so hätte dies nun vorzugsweise in Lösung gehen müssen, und ein aus dem Gelösten bereitetes Silbersalz hätte mehr oder weniger den Silbergehalt des essigsauren Silbers zeigen müssen. Es wurden also sowohl aus dem in kochendem absolutem Alkohol Gelösten, wie aus dem darin unlöslichen Rückstande Silbersalze bereitet. Beide erwiesen sich als reines acrylsaures Silber, und somit war die Gegenwart der Essigsäure bestimmt ausgeschlossen. Das Silbersalz aus dem in Alkohol gelösten Natronsalze enthielt 60·29 % Ag, insofern 0·2015 Grm. Salz 0·1215 Grm. Ag hinterliessen; das andere Silbersalz enthielt 60·02 % Ag, insofern 0·1770 Grm. Salz 0·1065 Grm. Ag hinterliessen. Das acrylsaure Silber verlangt 60·33 % Ag.

Aus diesen Versuchen folgt:

I. „Die Acrylsäure wird nur schwierig von Chromsäure oxydirt."

II. „Die Acrylsäure liefert bei Oxydation mit Chromsäure keine Essigsäure."

III. „Die Acrylsäure wird auch bei längerem Koche[illegible] er-schüssigem Silberoxyd nicht, oder k[illegible] gewiss entsteht dabei aber keine

Angesichts dieser Erfahrungen war es nun geboten, das Verhalten der Acrylsäure nicht nur gegen Salpetersäure, sondern auch gegen Kali zu controlliren. Das verwendete acrylsaure Natron war dasselbe, welches zu allen anderen Versuchen diente.

2. Oxydatien der Acrylsäure mittelst Salpetersäure.

Vermischt man 3 Grm. acrylsaures Natron mit 10 CC. rau-chender Salpetersäure, so findet bei gewöhnlicher Temperat kaum bemerkbare Einwirkung statt. Erhitzt man jedoch gelinde, so tritt plötzlich eine heftige Reaction ein, die indessen bald verlaufen ist. Mit dieser Reaction ist die eigentliche Oxydation der Acrylsäure auch beendet, und bedarf es nur, einigemal gelinde zu erwärmen, um etwas nachzuhelfen. ganze Reaction wurde am Rückflusskühler bei guter Kühl vorgenommen. Um etwa vorhandene flüchtige Säure zu erhalt wurde nun mit Wasser versetzt und so lange abdestillirt, bis Destillationsrückstand von neuem salpetrige Säure zu entwick anfing. Das schwach saure Destillat wurde mit überschüssig Silberoxyd gekocht, worauf aus der ziemlich stark eingeeng Silberlösung ein in kleinen, isolirten, glänzenden, gelblichwei-sen Nadeln anschiessendes Salz, aber nur in geringer Meng erhalten werden konnte. Es stellte sich als salpetrigsaures Silb heraus.

Im sauren Destillate war somit weder unveränderte Acryl-säure, noch eine flüchtige Fettsäure vorhanden.

Das eigentliche, in reichlicher Menge vorhandene Oxyda-tionsproduct der Acrylsäure ist im Destillationsrückstande. Neu-tralisirt man diesen theilweise mit Kali, so erhält man mit essi-saurem Silber, essigsaurem Blei, essigsaurem Kupfer, Baryt Kalk amorphe Niederschläge. Der Silberniederschlag färbt sehr leicht braun am Lichte, und aus einem derartig bereits ve-änderten Niederschlage wurde durch Schwefelwasserstoff syrupartige, nicht flüchtige, in Alkohol leicht lösliche Säure geschieden. Noch muss bemerkt werden, dass, wenn man noch nicht neutralisirten Destillationsrückstand mit salpe-saurem Silber versetzt, ein weisser Niederschlag erhalten w

der sich als oxalsaures Silber erwies. Die Menge desselben war jedoch äusserst gering.

Ich werde auf das Hauptoxydationsproduct der Acrylsäure durch Salpetersäure bei einer späteren Gelegenheit zurückkommen; so viel ergibt sich aber aus den vorstehenden Versuchen zur Zeit bereits als sicher, dass:

„Die Acrylsäure durch erwärmte concentrirte Salpetersäure leicht oxydirt wird und dass dabei keine Essigsäure entsteht.“

3. Verhalten des acrylsauren Natrons gegen wässriges und schmelzendes Kali.

Nach Redtenbacher wird die Acrylsäure bei längerem Stehen mit wässrigem Kali durch den Sauerstoff der Luft leicht zu Essigsäure und Ameisensäure oxydirt.

Von der Meinung ausgehend, dass recht günstige Bedingungen für eine solche Oxydation obwalteten, erwärmte ich 3 Grm. acrylsaures Natron durch 10 Stunden mit 10 Grm. Kali und 50 Grm. Wasser auf dem kochenden Wasserbade in flacher Schale an offener Luft. Während dieser Zeit wurde das abdunstende Wasser in der Schale häufig ersetzt. Am Ende dieser 10stündigen Erhitzungsperiode war das Kali grösstentheils in kohlensaures Salz übergegangen und die Lösung hatte eine schwach braune Farbe angenommen.

Die Masse wurde nun mit Schwefelsäure übersättigt und abdestillirt. Das äusserst schwach sauer reagirende Destillat reducirte sich beim Kochen mit Silberoxyd nicht, was schon die Abwesenheit von Ameisensäure bewies.

Die vom Silberoxyd abfiltrirte Lösung enthielt nur so wenig Salz, dass selbst aus den letzten Mengen der eingedunsteten Lösung nur zwei etwa erbsengrosse kugelige Aggregate krystallisirten Salzes erhalten werden konnten. Eine kleine Menge hiervon erhitzt verpuffte, der Rest mit gasförmiger Jodwasserstoffsäure behandelt und mit Äther extrahirt, lieferte alsdann einen Verdunstungsrückstand, der unter dem Mikroskope deutlich die sechsseitigen Blättchen der β Jodpropionsäure er‘ liess.

Diese geringe Menge Silbersalz rührte somit von nichts Anderem als einer geringen Menge unveränderter Acrylsäure her.

Vorstehender Versuch über das Verhalten der Acrylsäure gegen wässeriges Kali und Luft bei der Temperatur des kochenden Wasserbades ergab also, dass die Acrylsäure zwar rasch verschwindet (das entstehende Product werde ich später beschreiben), dass aber hierbei:

„weder Essigsäure noch Ameisensäure entsteht".

Ich habe nur noch hinzuzufügen, dass ich beim Schmelzen von acrylsaurem Natron mit Kalihydrat nicht glücklicher war. Es gelang mir nicht, die Bildung von Essigsäure oder Ameisensäure nachzuweisen.

Als ich in 15 Grm. eben geschmolzenes Kalihydrat, unter Umrühren rasch 3 Grm. acrylsaures Natron eintrug, fand starke Verkohlung und Gasentwicklung statt. In der Schmelze war aber auch keine Spur einer flüchtigen Säure vorhanden.

Die seit Decennien in allen Lehrbüchern figurirende Gleichung:

$$\overbrace{C_3H_4O_2}^{\text{Acrylsäure}} + 2H_2O = H_2 + \overbrace{C_2H_4O_2}^{\text{Essigsäure}} + \overbrace{CH_2O_2}^{\text{Ameisens.}}$$

ist demnach thatsächlich „grundfalsch".

Die Resultate meiner Untersuchung über die Oxydationsproducte der Acrylsäure widersprechen also gänzlich allen Angaben Redtenbacher's über Bildung von Essigsäure und Ameisensäure aus Acrylsäure.

Die Angaben Redtenbacher's lassen sich nur erklären, wenn es entweder eine zweite isomere Acrylsäure gibt, in welche die gewöhnliche, aus Acroleïn entstehende Acrylsäure unter Umständen übergehen kann, welche bei Oxydation Essigsäure und Ameisensäure liefert und welche Redtenbacher unter Händen gehabt hätte; oder wenn man die Vermuthung zulässt, dass Redtenbacher theilweise seine Untersuchung über Acrylsäure nicht mit Acrylsäure, sondern mit einer ursprünglichen Mischung von Essigsäure und Ameisensäure durchgeführt hat. Bei wiederholter Lectüre der Redtenbacher'-

beu Arbeit, und wenn man derselben alles bis jetzt über Acryl-
ure Bekannte entgegenhält, scheint die letztere Annahme die
ahrscheinlichere.

Die eigentliche Fehlerquelle könnte möglicherweise darin
sucht werden, dass Redtenbacher eine grössere Menge
ines Acroleïns nicht durch Destillation aus Glycerin, wie es
tzt ausschliesslich geschieht, sondern durch Destillation ver-
hiedener Fette darstellte.

Da die Acrylsäure nach den vorstehenden Versuchen unter
iner Bedingung bei ihrer Oxydation Essigsäure liefert, so ver-
lt sie sich somit dem Allylalkohol und dem Acroleïn conform.
Consequenz dessen ist zur Stunde kein Grund vorhanden, die
lexistenz der Methylgruppe in der Acrylsäure anzunehmen, ob-
eich die Möglichkeit, dass die drei genannten Körper dennoch
e Methylgruppe, aber in einer Complication, welche die Oxy-
tion derselben zu Essigsäure nicht gestattet, enthalten, noch
ht ganz ausgeschlossen werden kann.

Die drei Tollens'schen Formeln:

Allylalkohol	Acroleïn	Acrylsäure
CH_2	CH_2	CH_2
‖	‖	‖
CH	CH	CH
|	|	|
CH_2OH	COH	$CO.OH$

ehen also in der erwähnten, auf die Oxydationsversuche ba-
rten Annahme der Nichtexistenz der Methylgruppe in Ein-
ang. Sehr vieles in dem Verhalten der drei Körper lässt sich,
ie Tollens hervorhebt, mit den verzeichneten Formeln in
bereinstimmung bringen. Was diese Formeln aber nicht zum
sdrucke bringen, ja was dieselben geradezu entstellen, das
t das thatsächliche gegenseitige Verhältniss, in welchem diese
örper zu einander stehen.

Nach den Tollen'schen Formeln wäre dieses Verhältniss
nau dasselbe, wie zwischen einem normalen Alkohole, seinem
dehyde und seiner Säure. Dieses Verhältniss besteht nun
atsächlich durchaus nicht.

Zunächst zeigt das Acroleïn in seinem Verhalten gegen saures schwefelsaures Kali und Ammon durchaus nicht das Verhalten eines Aldehydes, wie schon Wislicenus [1] hervorhob.

Ferner geht das Acroleïn bei Oxydation mit Chromsäure, wie Claus zeigte, nicht in Acrylsäure über, welche selbst doch, wie ich in dem Vorliegenden fand, von Chromsäure nur langsam und schwierig oxydirt wird. Alle wirklichen Aldehyde liefern bei Oxydation mittelst Chromsäure mit Leichtigkeit die zugehörige Säure, entstünde demnach bei Oxydation des Acroleïns mit Chromsäure Acrylsäure, so müsste die Gegenwart dieser durch Chromsäure nur schwierig weiter zu oxydirenden Säure wenigstens zur Gewissheit nachweisbar sein. Dies ist aber nicht der Fall.

Endlich liefert der acrylsaure Kalk beim Erhitzen mit ameisensaurem Kalk durchaus kein Acroleïn. Von dieser Thatsache kann man sich des furchtbaren Acroleïngeruches wegen leicht überzeugen. Mischt man acrylsauren und ameisensauren Kalk nach geeigneten Verhältnissen und destillirt, so treten wohl empyreumatische Producte und Gerüche auf; von dem furchtbaren Acroleïngeruch jedoch ist keine Spur zu bemerken. Man kann hier füglich auf Grundlage dieser blossen Geruchsreaction behaupten, dass kein Acroleïn entsteht.

Die Acrylsäure lässt sich somit durch jene Reaction, durch welche alle einbasischen Säuren vom Baue der Fettsäuren sich in ihre Aldehyde zurückführen lassen, nicht in Acroleïn umwandeln, und wir müssen den Schluss ziehen: „dass das Acroleïn entweder nicht das wahre Aldehyd der Acrylsäure ist; oder: dass der einen von beiden Substanzen bestimmt jene von den normalen Fettsubstanzen abgeleitete Formel, wie sie Tollens zum Ausdrucke bringt, mangelt; oder endlich, dass überhaupt weder das Acroleïn noch die Acrylsäure, sei es den Aldehyden, sei es den Fettsäuren analog constituirt sind."

Durch den blossen Geruch nämlich lässt sich nicht feststellen, ob bei trockener Destillation von acrylsaurem und amei-

[1] Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. CLXVI. Heft 1. 54.

ısaurem Kalke nicht am Ende doch ein, freilich vom Acroleïn rschiedenes, wirkliches, der Acrylsäure zugehöriges Aldehyd tsteht.

Wahrscheinlich ist diese Vermuthung nicht, aber der Verch muss doch erst hier entscheiden.

So viel aber ist heute schon gewiss, dass die Tollens'schen ›rmeln zum mindesten für das Acroleïn oder für die Acrylsäure, ı vorsichtigsten aber für beide, zum Gebrauche nicht emöhlen werden können, da sie „thatsächlich Falsches austicken".

Wenn demnach Tollens [1] den Ausspruch thut: „somit nd (nach Entdeckung der Methylgruppe im Cyanallyl durch ekulé) die letzten Zweifel in Hinsicht der Allylfrage beseigt", so glaube ich der entgegengesetzten Anschauung Ausdruck erleihen zu müssen, wenn ich gestützt auf die vorliegenden ersuche meine Meinung dahin ausspreche, dass die Frage der ıgerungsformel des Allylalkohols, des Acroleïns und der Acrylıure noch lange nicht spruchreif ist, und dass es vor Allem ›ch an den nöthigen Studien über diese Körper fehlt.

Brünn, Juli 1873.

[1] B. d. d. ch. G. 1873. Heft 8. St. 519.

Bestimmung von Tangenten an die Selbstschattengrenze von Rotationsflächen.

Von Dr. **Rudolf Staudigl,**
a. ö. Professor an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

(Mit 1 Tafel.)

Die directe Construction von Tangenten an die Selbstschattengrenze von Rotationsflächen dürfte ein bisher noch ungelöstes Problem bilden, so wünschenswerth es auch für den Constructeur stets sein musste: Curven nicht blos durch Punkte, sondern auch durch Tangenten zu bestimmen. Kennt man ausser einzelnen Punkten einer Curve irgend welcher Art auch die zugehörigen Tangenten, so lässt sich ja die Curve selbst viel leichter, mit bedeutend grösserer Präcision darstellen.

Der wesentliche Inhalt vorliegender Abhandlung ist die Erklärung einer einfachen Lösung des genannten Problems. Diese Lösung beruht auf dem Umstande, dass irgend zwei Flächen, welche sich längs einer Curve C osculiren, in allen Punkten von C dieselben Beleuchtungsverhältnisse zeigen. Innerhalb des gemeinschaftlichen Flächenelementes, das sich längs der Curve C erstreckt, besteht kein Unterschied zwischen den Linien gleicher Beleuchtungs-Intensität der einen und der andern Fläche. Diese Linien haben an der Stelle, wo die Flächen osculiren, gemeinschaftliche Elemente, d. h. sie berühren sich und besitzen also hier gemeinschaftliche Tangenten. Für die Selbstschattengrenze gilt dasselbe wie für alle übrigen Intensitätslinien. Legen wir daher an irgend eine Fläche F eine zweite Fläche F_1, welche mit F längs einer Curve C osculirt, und bestimmen die Tangenten der Selbstschattengrenze von F_1 in jenen Punkten, wo sie C schneidet, so haben wir damit auch Tangenten der Schatten-

grenze von F erhalten. Selbstverständlich wird man eine Fläche F_1 wählen, für welche die fraglichen Tangenten leicht direct bestimmt werden können, etwa wenn möglich eine Fläche zweiter Ordnung.

Wir wollen nun die in Rede stehende Aufgabe zunächst für den Wulst lösen.

Als osculirende Hilfsfläche F_1 nehmen wir eine Rotationsfläche zweiter Ordnung an, deren Rotationsaxe mit jener des Wulstes zusammenfällt. Die Osculation beider Flächen soll längs eines Parallelkreises stattfinden. Jene Punkte I, II, in welchen der letztere von der Selbstschattengrenze geschnitten wird, findet man auf bekannte Weise. Würde man den Mittelpunkt M der osculirenden Fläche zweiter Ordnung kennen, so hätte man nur durch die Punkte I, II und M eine Ebene zu legen und die Schnittlinie derselben mit der tangirenden Ebene der Rotationsfläche im Punkte I zu suchen. Diese Schnittlinie müsste die gesuchte Tangente der Selbstschattengrenze des Wulstes bei parallelen Strahlen im Punkte I sein; denn sie wäre ja auch Tangente der Selbstschattengrenze der Fläche zweiter Ordnung in demselben Punkte I.

Um den in der Rotationsaxe gelegenen Mittelpunkt M der osculirenden Fläche zweiter Ordnung zu bestimmen, verfahren wir wie folgt:

In Fig. 1 sei α die Axe des Wulstes, welcher durch Rotation des Kreises K um α entsteht. AB sei der in der Zeichenfläche liegende Durchmesser eines beliebigen Parallelkreises, AS die Tangente in A an den Kreis K, und S ihr Schnitt mit α. Es handelt sich nun darum, den in α gelegenen Mittelpunkt M einer Curve zweiter Ordnung zu finden, welche mit dem Kreise K im Punkte A osculirt, für welche also K ein Krümmungskreis ist. Wir lösen diese Aufgabe durch Anwendung eines von Poncelet angegebenen Verfahrens zur Bestimmung der Krümmungskreise von Curven zweiter Ordnung[1]. Wäre die fragliche Curve zweiter Ordnung gegeben und es sollte der Krümmungskreis für den Punkt A derselben nach diesem Verfahren bestimmt werden, so

[1] Siehe z. B. das „Lehrbuch der neueren Geometrie“ des Verfassers der vorliegenden Abhandlung, Seite 215.

hätte man irgend einen in A berührenden Kreis zu zeichnen, welcher die Curve (im Allgemeinen in zwei Punkten) schneidet, und dann durch A parallel zur Verbindungslinie der so erhaltenen Schnittpunkte eine Sehne der Curve zweiter Ordnung zu ziehen. Der zweite Endpunkt letzterer Sehne müsste dann auch ein Punkt des Krümmungskreises sein. Denken wir uns nun jenen beliebigen Kreis so gewählt, dass sein Mittelpunkt in α liegt, so berühren sich dieser Kreis und die Curve zweiter Ordnung ausser in A auch in B und man würde, dem Poncelet'schen Verfahren gemäss, durch A eine parallele Gerade zur Tangente in B, also zur Geraden BS zu ziehen haben. Hieraus folgt, dass der Punkt C, in welchem die letztgenannte Parallele den Kreis Γ schneidet, auch der fraglichen Curve zweiter Ordnung angehört. Man hat demnach nur den Mittelpunkt M einer Curve zweiter Ordnung zu bestimmen, welche durch die Punkte A, B, C geht und die Geraden AS, BS beziehungsweise in A und B berührt.

Am einfachsten dürfte M durch Anwendung des Pascal'schen Satzes erhalten werden, indem man den Schnittpunkt E der Tangenten in A und C bestimmt und E mit dem Halbirungspunkte F der Berührungssehne AC verbindet. Letztere Verbindungslinie schneidet α in M.

Der Punkt E ergibt sich dadurch, dass man aus dem Schnittpunkte D der Geraden BC mit α eine Parallele zu AB zieht. Diese Parallele schneidet AS in E, wie aus der Betrachtung der Fig. 2, in welcher das hier benützte Pascal'sche Sechseck dargestellt ist, hervorgeht. Die Aufeinanderfolge der Seiten des Sechseckes ist, wenn wir mit CX die Tangente in C bezeichnen, folgende: BC, CX, CG, GA, AS, AB. Zwei von den Pascal'schen Punkten sind D und E, der dritte liegt unendlich ferne in der Richtung der gegenüberliegenden parallelen Seiten AB und CG.

Die Construction zur Bestimmung des Mittelpunktes M der osculirenden Fläche zweiter Ordnung ist demnach eine sehr einfache und auch die Construction der fraglichen Tangente der Selbstschattengrenze besteht im Wesentlichen nur darin, dass man den Schnitt zweier Ebenen bestimmt, sobald einmal der Punkt M bekannt ist. Diese beiden Ebenen sind, wie schon im Allgemeinen bemerkt, die Ebene der Selbstschattengrenze d

Fläche zweiter Ordnung und die tangirende Ebene des Wulstes in einem der Schnittpunkte des Parallelkreises AB mit der genannten Schattengrenze.

In Fig. 3 wurde die Construction der Tangente für den beliebig gewählten Punkt I der Selbstschattengrenze eines Wulstes auf die eben erklärte Art für Parallel-Beleuchtung in orthogonaler Projection durchgeführt. Die Richtung der Lichtstrahlen wird durch die Gerade $l'' l'$ angegeben. $M'' M'$ ist der Mittelpunkt der osculirenden Fläche zweiter Ordnung, ML die Trace der Ebene der Selbstschattengrenze dieser Fläche auf der durch M gehenden Parallelkreis-Ebene, und HL die Trace der tangirenden Ebene des Wulstes in I auf derselben Ebene. Die beiden Tracen schneiden sich in L, also ist L ein Punkt des Durchschnittes der zwei Ebenen, folglich ein Punkt der gesuchten Tangente.

Fällt L zu nahe an I, so kann auch der Punkt N mit Vortheil benützt werden. N ergibt sich im Schnitte der Geraden MP und SH. Durch P bezeichnen wir den Halbirungspunkt der Sehne I II des Parallelkreises AB. Überhaupt lässt sich der Schnitt der zwei Ebenen auf sehr verschiedene Art bestimmen. Fallen bei der einen Methode gewisse Punkte oder Linien ausser die Zeichenfläche, oder wird die Construction durch ungünstige Verhältnisse unsicher, so kann man auf irgend eine andere Art den Schnitt beider Ebenen ermitteln.

Für den grössten und kleinsten Parallelkreis des Wulstes kann obige Construction nicht angewendet werden, weil der Mittelpunkt M und die Punkte I, II in eine und dieselbe Gerade fallen, in Folge dessen die Ebene der Selbstschattengrenze der Fläche zweiter Ordnung durch diese drei Punkte allein nicht bestimmt erscheint. Wir wollen nun zeigen, auf welche Weise auch für diese Parallelkreise die in Rede stehende Aufgabe durchgeführt werden kann.

Wenn der Meridiankreis K die Rotationsaxe α nicht schneidet, so ist die im kleinsten Parallelkreise osculirende Fläche zweiter Ordnung ein einfaches Rotations-Hyperboloid. Schneidet K die Gerade α, so ist die in beiden Maximal-Parallelkreisen osculirende Fläche ein Rotations-Ellipsoid. In beiden Fällen er-

hält man aber für den grössten Parallelkreis ein osculirendes Ellipsoid.

Wir wollen nun zunächst zeigen, wie man für einen kleinsten oder grössten Parallelkreis die Länge der mit a zusammenfallenden Axe b des osculirenden Ellipsoides finden kann.

Der Kreis K in Fig. 4 sei der Meridiankreis und a die Rotationsaxe. K soll der Krümmungskreis für den in P befindlichen Scheitel des elliptischen Meridians sein, dessen Mittelpunkt M ist. Bekanntlich besteht, wenn durch a, b die Halbaxen einer Ellipse und durch r der Halbmesser von K bezeichnet wird, die Relation:

$$b^2 = ar.$$

Um b zu erhalten, hat man also nur zwischen a und r die mittlere geometrische Proportionale zu bestimmen. — Die betreffende Construction kann leicht aus der Figur ersehen werden. — Einen Punkt der Ebene der Selbstschattengrenze des Ellipsoides findet man einfach, indem man an den zur verticalen Projectionsebene parallelen Meridian dieser Fläche eine Tangente parallel zum Aufrisse l'' des Lichtstrahles zieht. Der Berührungspunkt X der letzteren Tangente lässt sich bestimmen, ohne dass es nöthig ist, den elliptischen Meridian zu zeichnen. Wäre nun III ein im grössten (beziehungsweise kleinsten) Parallelkreise gelegener Punkt der Selbstschattengrenze des Wulstes, so hat man nur den Schnittpunkt Δ der den Wulst in III berührenden Ebene mit der Geraden MX aufzusuchen. ΔIII ist dann die gewünschte Tangente im Punkte III der eben genannten Selbstschattengrenze.

Es erübrigt nun noch zu zeigen, wie in dem Falle, wenn K die Axe a nicht schneidet, das im kleinsten Parallelkreise osculirende einfache Hyperboloid bestimmt werden kann. Dabei handelt es sich wieder im Wesentlichen nur um die Construction der Länge b der mit a zusammenfallenden (uneigentlichen) Axe des Hyperboloids. Die bereits angeführte Gleichung $b^2 = ar$ gibt auch hier Aufschluss. a bedeutet den Halbmesser PM (Fig. 5) des kleinsten Parallelkreises und r jenen des Meridiankreises K. Die Asymptoten MR und MR_1 der den Kreis K im Punkte P osculirenden Hyperbel ergeben sich durch eine sehr einfache, aus der Figur leicht zu ersehende Construction.

Ein Punkt der Ebene der Selbstschattengrenze des osculirenden Hyperboloids, dessen Meridian die eben erwähnte Hyperbel bildet, wird erhalten, indem man an letztere eine Tangente parallel zum Aufrisse l'' des Lichtstrahles zieht. Der sich ergebende Berührungspunkt gehört der Ebene der Selbstschattengrenze an. Indess braucht man diesen Punkt, der auch imaginär sein kann, nicht zu bestimmen. Es genügt die Construction der Verbindungslinie desselben mit M, welche Linie erhalten wird, wenn man irgend eine Gerade l'' (Fig. 5) parallel zum Aufrisse der Lichtstrahlen zieht, die Entfernung ihrer Schnittpunkte 1, 2 mit den Asymptoten MR, MR_1 im Punkte Y halbirt und Y mit M verbindet. Die Gerade MY geht ja durch den genannten (reellen oder imaginären) Berührungspunkt und liegt in der Ebene der Selbstschattengrenze des Hyperboloids. Ist nun IV ein im kleinsten Parallelkreise gelegener Punkt der Selbstschattengrenze des Wulstes und Δ der Schnittpunkt der den Wulst in IV berührenden Ebene mit der Geraden MY, so muss die Gerade IV Δ die Tangente dieser Schattengrenze im Punkte IV sein.

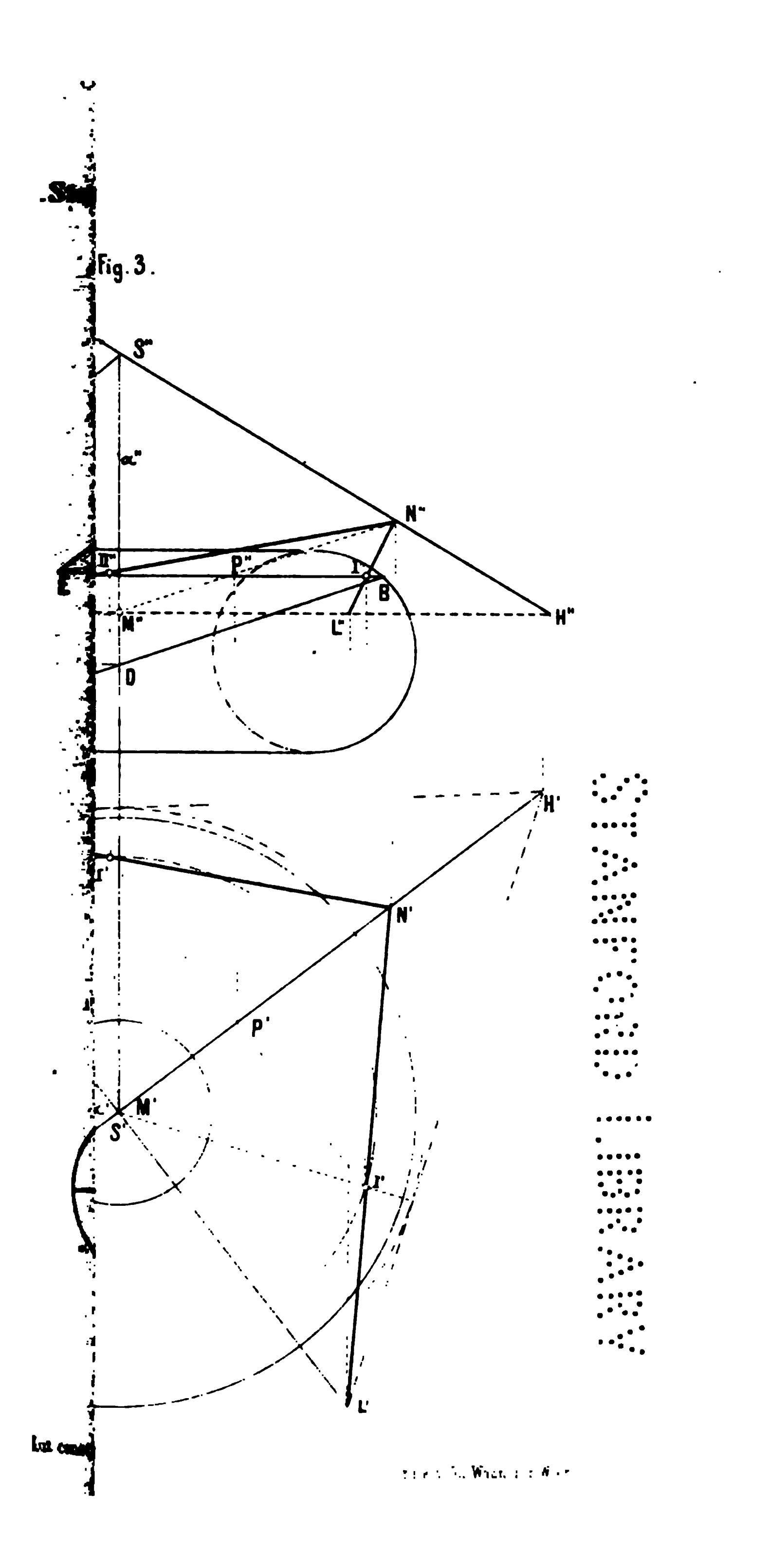
Die Construction von Tangenten an die Selbstschattengrenze einer Rotationsfläche mit beliebigem Meridian kann mit Zuhilfenahme von Wulsten, welche diese Fläche längs Parallelkreisen osculiren, durchgeführt werden. Jede Tangente der Selbstschattengrenze eines solchen Wulstes in Punkten des betreffenden Parallelkreises ist ja auch Tangente der Schattengrenze der gegebenen Rotationsfläche. Der Meridiankreis eines derartigen Wulstes muss selbstverständlich ein Krümmungskreis für den Meridian der Rotationsfläche sein. Die Construction eines Krümmungskreises für irgend eine Curve lässt sich nach der von Bergery angegebenen bekannten Methode leicht durchführen[1]. Es unterliegt somit die Bestimmung der in Rede stehenden Tangenten weder principiell noch in der Ausführung besonderen Schwierigkeiten.

Direct, ohne Zuhilfenahme von osculirenden Wulsten, lässt sich die Aufgabe ebenfalls leicht auf folgende Art lösen. Man

[1] Siehe Leroy's „darstellende Geometrie", deutsch von Kauffmann, Seite 251.

bestimmt eine Curve zweiter Ordnung, welche den Meridian der gegebenen Rotationsfläche osculirt und deren eine Axe mit der Rotationsaxe α dieser Fläche zusammenfällt, betrachtet die so erhaltene Curve als Meridian einer Rotationsfläche zweiter Ordnung mit der Axe α und verfährt im Übrigen wie oben bereits erklärt worden ist. In Fig. 6 wurde die Construction zur Bestimmung des Mittelpunktes M der osculirenden Curve zweiter Ordnung mit Hilfe einer fehlerzeigenden Curve I II III.. durchgeführt.

In dem als Osculationspunkt beliebig gewählten Punkte A des Meridians K, so wie auch in einigen in der Nähe von A gelegenen Punkten 1, 2, 3,.. wurden Tangenten an K gezogen, sodann die Sehnen $A1$, $A2$,.. halbirt und die Halbirungspunkte (D) mit den Schnittpunkten (C) der beziehungsweise in 1, 2, 3,.. und in A gezogenen Tangenten verbunden. Jede dieser Verbindungslinien wurde bis zu ihrem Schnitte (E) mit α verlängert, in jedem der so erhaltenen Schnittpunkte eine Senkrechte auf α errichtet und auf derselben die Länge der betreffenden Sehne ($A1$) aufgetragen ($E\mathrm{I} = A1$). Dadurch wurden einzelne Punkte I, II, III,.. der erwähnten fehlerzeigenden Curve erhalten. Der Schnittpunkt M der letzteren mit α ist der Mittelpunkt jener Curve zweiter Ordnung, welche mit K im Punkte A osculirt. Dies geht aus dem Umstande hervor, dass I in die Axe α fällt, sobald 1 mit A coincidirt und dass in diesem Falle die fragliche Curve zweiter Ordnung zwei unendlich nahe Tangenten mit K gemein hat.


Fig. 3.
S''
α''
N''
P''
B
M''
L''
H''
D
H'
N'
P'
M'
S'
L'

XXIII. SITZUNG VOM 16. OCTOBER 1873.

Herr Prof. Dr. Camil Heller in Innsbruck übersendet eine vorläufige Mittheilung über die von ihm, mit Unterstützung der Akademie, angestellten Untersuchungen der Tunicaten des Adriatischen Meeres, und zwar zunächst „über das Gefässsystem der Tunicaten, namentlich der Ascidien“.

Herr August Fischer, suppl. Gymnasial-Professor in Prag, hinterlegt ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung seiner Priorität.

Herr Prof. Dr. Aug. Em. Ritter v. Reuss legt die erste Abtheilung einer für die Denkschriften bestimmten Abhandlung vor, betitelt: „Die Bryozoen des österreichisch-ungarischen Miocäns“.

Herr Regierungsrath Dr. Th. Ritter v. Oppolzer überreicht eine zweite Abhandlung: „Über den Winnecke'schen Kometen (Komet III. 1819).“

Herr Prof. Dr. Jos. Boehm übergibt eine Abhandlung: „Über den Einfluss des Leuchtgases auf die Vegetation.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia, Reale, dei Lincei: Atti. Anno XXV. Sess. 7ª; Anno XXVI. Sess. 5ª. Roma, 1873; 4º.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Februar (Nr. 2), März & April 1873; Berlin, 8º. — *Corpus inscriptionum Atticarum. Vol. I. Berolini, MDCCCLXXIII; in folio.*

— — ungarische: Évkönyvei. XIII. Kötet, 3., 5., 6., 7. & 8. darab. Pesten, 1870—1872; 4º. — Archaeologiai Közlemények. VIII. Kötet, 2. & 3. füzet. Pest, 1871; 4º. — Értesítöje. IV. Évfolyam. 13.—18. szám. 1870; V. Évfol. 1—17. szám. 1871; VI. Évfol. 1.—8. szám. 1872. Pest; 8º. — Értekezések a természettudományok köréből. III.—XV. szám. (1870 & 1871); I.—III. szám. (1872). — Értekezések a bölcsészeti tudományok köréből. 1871, I. szám.; 1872, II. szám. — Értekezések a történeti tudom. köréből. 1872. I. szám. — Értekezések a nyelv és széptudom.

köréből. 1870. II.—V. & XI. szám; 1871—1872. VI.—XI. szám. — Értekezések a mathematikai osztály köréből. 1870—1871. VI.—XI. szám.; 1872. I. szám. — Értekezések a társadalmi tudom. köréből. 1870. II. & III. szám; 1871. IV. szám; 1872. V. szám. Pest; 8°. — Almanach. 1871 & 1872. Pesten; 8°. — Nyelvtudományi Közlemények. IX. kötet, 1.—3. füzet; X. kötet, 1. füzet. Pesten, 1871 & 1872; 8°. — Statistikai és nemzetgazdasági Közlemények. VII. kötet, 1. & 2. füzet; VIII. kötet, 1. & 2. füzet. Pesten. 1869, 1871 & 1872; 8°. — Magyar történelmi tár. XV.—XVIII. kötet. Pesten, 1871—1872; 8°. — A Magyar nyelv szótára. V. kötet, 5. füzet; VI. kötet, 1. & 2. füzet. Pest, 1870—1872; 4°. — Török-Magyarkori történelmi emlékek. I. osztály: Okmánytárak. VI. & VII. kötet. Pest, 1871; 8°. — *Monumenta Hungariae historica.* I. osztály: Okmánytárak. XIV—XVII. kötet. Pest, 1870 & 1872; 8°; II. osztály: Írók. XX. & XXI. kötet. Pest, 1870 & 1871; 8°. — *Archivum Rákóczianum.* II. osztály: Diplomatia. I. kötet. Pest, 1872; 8°. — A Magyar igeidők. Irta Szarvas Gábor. Pest, 1872; 8°. — Barna Ferdinand, Kalevala. A finnek nemzeti eposza. Pesten, 1871; gr. 8°.

Bonn, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1872. 4° & 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 13. Paris, 1873; 4°.

Cosmos di Guido Cora. III.—IV. Torino, 1873; 4°.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. Bd. XVI (neuer Folge VI), Nr. 7—8. Wien, 1873; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873, VIII. & IX. Heft. Gotha; 4°.

Nature. Nr. 206, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrg. 1873, XXIII. Band, Nr. 2. Wien; 4°. — Verhandlungen. Jahrgang 1873, Nr. 10—11. Wien; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". IIIe Année, 2e Série. Nr. 15. Paris, 1873; 4°.

Società Italiana di Antropologia e di Etnologia: Archivio. III. Vol., fasc. 2°. Firenze, 1873; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 41. Wien, 1873; 4°.

Über den Winnecke'schen Kometen.

(Komet. III. 1819.)

II. Abhandlung.

Von dem c. M. Prof. Dr. **Theodor Ritter v. Oppolzer.**

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. October 1873.)

In der ersten Abhandlung über diesen Kometen, welche im LXII. Bande der Sitzgsb., II. Abth. Nov.-Heft 1870 enthalten ist, habe ich nachgewiesen, dass mit Zugrundelegung annähernd richtiger Störungswerthe für Jupiter und Saturn die drei beobachteten Erscheinungen des Kometen in den Jahren 1819, 1858 und 1869 dargestellt werden können, ohne eine merkliche Beschleunigung in der täglichen mittleren siderischen Bewegung annehmen zu müssen, so dass die Constanz der grossen Achse der Hauptsache nach gesichert erscheint. Seit dem Abschlusse jener Abhandlung habe ich eine Reihe von Rechnungen für diesen Kometen ausgeführt, die zwar zur definitiven Entscheidung der angeregten Frage nicht unmittelbar beitragen, aber dieselbe vorbereiten.

1. Die Erscheinung im Jahre 1858.

Vor Allem war es wünschenswerth eine genaue Sonnenephemeride herzustellen, gegründet auf die neueren Sonnentafeln; in Anbetracht, dass die verbreitetsten astronomischen Ephemeriden die vortrefflichen Le-Verrier'schen Tafeln benützen, habe ich dieselben statt den Hansen'schen gewählt; bei der Ableitung aber der Relationen des Äquators gegen die Ekliptik die von Le-Verrier angenommene Schiefe um 0'59 vermindert, eine Correction, die in Anbetracht des bei der Ableitung dieser Grösse aus den Beobachtungen eingeschlagenen Verfahrens wohl gerechtfertigt erscheint. Die folgende Ephemeride gibt die wahren Längen und Breiten der Sonne, nebst dem Logarithmus des Abstandes der Erde von der Sonne, ferner die rechtwinkligen äquatorealen Sonnencoordinaten, bezogen auf das mittlere Äquinoctium des tropischen Jahresanfangs.

0h Berl. Zeit		wahre Länge	w. Breite	log R
1858 März	8	347°37'26"60	—0"23	9·9970705
	9	348 37 22·01	—0·21	9·9971896
	10	349 37 15·79	—0·16	9·9973092
	11	350 37 7·82	—0·10	9·9974293
	12	351 36 58·10	—0·01	9·9975497
	13	352 36 46·55	+0·10	9·9976704
	14	353 36 33·11	+0·22	9·9977911
	15	354 36 17·72	+0·35	9·9979118
	16	355 36 0·33	+0·48	9·9980325
	17	356 35 40·89	+0·60	9·9981531
	18	357 35 19·31	+0·70	9·9982737
	19	358 34 55·57	+0·78	9·9983940
	20	359 34 29·60	+0·82	9·9985144
	21	0 34 1·37	+0·83	9·9986348
	22	1 33 30·79	+0·81	9·9987556
	23	2 32 57·89	+0·75	9·9988766
	24	3 32 22·60	+0·66	9·9989981
	25	4 31 44·95	+0·56	9·9991198
	26	5 31 4·97	+0·43	9·9992425
	27	6 30 22·73	+0·31	9·9993658
	28	7 29 38·29	+0·17	9·9994897
	29	8 28 51·73	+0·03	9·9996143
	30	9 28 3·15	—0·08	9·9997394
	31	10 27 12·62	—0·19	9·99986[illegible]
April	1	11 26 20·17	—0·27	9·9999914
	2	12 25 25·85	—0·33	0·0001180
	3	13 24 29·76	—0·36	0·0002449
	4	14 23 31·84	—0·38	0·0003719
	5	15 22 32·19	—0·36	0·0004990
	6	16 21 30·74	—0·33	0·0006260
	7	17 20 27·54	—0·27	0·0007529
	8	18 19 22·56	—0.19	0·0008791
	9	19 18 15·80	—0·09	0·0010050
	10	20 17 7·27	+0·02	0·0011303
	11	21 15 56·91	+0·15	0·0012546
	12	22 14 44·63	+0·26	0·0013779
	13	23 13 30·58	+0·39	0·0015002
	14	24 12 14·60	+0·51	0·0016213
	15	25 10 56·62	+0·58	0·0017412
	16	26 9 36·67	+0.64	0·0018600
	17	27 8 14·60	+0·66	0·0019775
	18	28 6 50·38	+0·63	0·0020939
	19	29 5 23·97	+0·59	0·0022094
	20	30 3 55·33	+0·50	0·0023240

L. Berl. Zeit		X	Y	Z
März	8	+0·9701822	—0·1953471	—0·0847688
	9	+0·9740183	—0·1798547	—0·0780460
	10	+0·9775503	—0·1643066	—0·0712989
	11	+0·9807921	—0·1487076	—0·0645296
	12	+0·9837377	—0·1330626	—0·0577403
	13	+0·9863861	—0·1173766	—0·0509331
	14	+0·9887366	—0·1016545	—0·0441101
	15	+0·9907882	—0·0859013	—0·0372735
	16	+0·9925409	—0·0701221	—0·0304258
	17	+0·9939941	—0·0543222	—0·0235690
	18	+0·9951480	—0·0385066	—0·0167056
	19	+0·9960021	—0·0226804	—0·0098377
	20	+0·9965570	—0·0068484	—0·0029675
	21	+0·9968135	+0·0089841	+0·0039028
	22	+0·9967716	+0·0248122	+0·0107711
	23	+0·9964325	+0·0406316	+0·0176352
	24	+0·9957969	+0·0564373	+0·0244934
	25	+0·9948649	+0·0722247	+0·0313436
	26	+0·9936384	+0·0879897	+0·0381838
	27	+0·9921179	+0·1037275	+0·0450122
	28	+0·9903041	+0·1194340	+0·0518272
	29	+0·9881979	+0·1351051	+0·0586266
	30	+0·9857995	+0·1507362	+0·0654087
	31	+0·9831109	+0·1663233	+0·0721720
April	1	+0·9801323	+0·1818616	+0·0789142
	2	+0·9768647	+0·1973470	+0·0856335
	3	+0·9733091	+0·2127755	+0·0923282
	4	+0·9694662	+0·2281422	+0·0989961
	5	+0·9653380	+0·2434429	+0·1056358
	6	+0·9609248	+0·2586732	+0·1122449
	7	+0·9562283	+0·2738286	+0·1188216
	8	+0·9512489	+0·2889045	+0·1253639
	9	+0·9459895	+0·3038966	+0·1318703
	10	+0·9404509	+0·3188005	+0·1383382
	11	+0·9346341	+0·3336112	+0·1447657
	12	+0·9285417	+0·3483241	+0·1511507
	13	+0·9221751	+0·3629353	+0·1574914
	14	+0·9155368	+0·3774396	+0·1637859
	15	+0·9086292	+0·3918326	+0·1700318
	16	+0·9014549	+0·4061101	+0·1762276
	17	+0·8940160	+0·4202671	+0·1823710
	18	+0·8863161	+0·4343002	+0·1884602
	19	+0·8783570	+0·4482049	+0·1944936
	20	+0·8701430	+0·4619776	+0·2004695

0h mittl. Berl. Zeit		wahre Länge	w. Breite	log R
1858 April	21	31° 2'24"47	+0"40	0·0024378
	22	32 0 51·36	+0·28	0·0025509
	23	32 59 16·07	+0·14	0·0026636
	24	33 57 38·69	+0·01	0·0027757
	25	34 55 59·23	—0·12	0·0028874
	26	35 54 17·84	—0·23	0·0029987
	27	36 52 34·55	—0·34	0·0031096
	28	37 50 49·51	—0·41	0·0032202
	29	38 49 2·72	—0·48	0·0033303
	30	39 47 14·29	—0·52	0·0034398
Mai	1	40 45 24·27	—0·54	0·0035489
	2	41 43 32·70	—0·52	0·0036573
	3	42 41 39·64	—0·50	0·0037648
	4	43 39 45·12	—0·44	0·0038715
	25	63 54 7·54	—0·56	0·0057436
	26	64 51 40·79	—0·62	0·0058153
	27	65 49 12·90	—0·66	0·0058859
	28	66 46 43·91	—0·68	0·0059552
	29	67 44 13·91	—0·66	0·0060235
	30	68 41 42·92	—0·64	0·0060904
	31	69 39 11·04	—0·58	0·0061561
Juni	1	70 36 38·28	—0·52	0·0062203
	2	71 34 4·75	—0·42	0·0062832
	3	72 31 30·46	—0·31	0·0063445
	4	73 28 55·48	—0·20	0·0064042
	5	74 26 19·87	—0·06	0·0064621
	6	75 23 43·70	+0·04	0·0065180
	7	76 21 6·98	+0·16	0·0065719
	8	77 18 29·75	+0·27	0·0066236
	9	78 15 52·02	+0·33	0·0066729
	10	79 13 13·77	+0·38	0·0067196
	11	80 10 34·97	+0·38	0·0067638
	12	81 7 55·51	+0·34	0·0068053
	13	82 5 15·34	+0·27	0·0068442
	14	83 2 34·35	+0·17	0·0068806
	15	83 59 52·54	+0·05	0·0069145
	16	84 57 9·86	—0·08	0·0069461
	17	85 54 26·32	—0·23	0·0069753
	18	86 51 41·99	—0·35	0·0070026
	19	87 48 56·92	—0·47	0·0070278
	20	88 46 11·15	—0·58	0·0070512
	21	89 43 24·79	—0·66	0·0070729
	22	90 40 37·86	—0·73	0·0070928
	23	91 37 50·47	—0·76	0·0071111

Berl. Zeit		X	Y	Z
pril	21	+0·8616758	+0·4756143	+0·2063864
	22	+0·8529592	+0·4891115	+0·2122426
	23	+0·8439965	+0·5024657	+0·2180367
	24	+0·8347898	+0·5156733	+0·2237672
	25	+0·8253423	+0·5287308	+0·2294326
	26	+0·8156570	+0·5416353	+0·2350318
	27	+0·8057372	+0·5543830	+0·2405629
	28	+0·7955850	+0·5669710	+0·2460247
	29	+0·7852040	+0·5793956	+0·2514157
	30	+0·7745964	+0·5916539	+0·2567349
lai	1	+0·7637660	+0·6037426	+0·2619805
	2	+0·7527153	+0·6156583	+0·2671511
	3	+0·7414471	+0·6273973	+0·2722451
	4	+0·7299651	+0·6389567	+0·2772614
lai	25	+0·4458662	+0·8347472	+0·3622205
	26	+0·4306421	+0·8416162	+0·3652009
	27	+0·4152965	+0·8482472	+0·3680781
	28	+0·3998334	+0·8546385	+0·3708513
	29	+0·3842573	+0·8607884	+0·3735201
	30	+0·3685719	+0·8666950	+0·3760833
	31	+0·3527821	+0·8723572	+0·3785405
uni	1	+0·3368916	+0·8777730	+0·3808911
	2	+0·3209047	+0·8829416	+0·3831343
	3	+0·3048260	+0·8878608	+0·3852695
	4	+0·2886597	+0·8925295	+0·3872959
	5	+0·2724100	+0·8969459	+0·3892131
	6	+0·2560815	+0·9011086	+0·3910200
	7	+0·2396790	+0·9050166	+0·3927164
	8	+0·2232071	+0·9086680	+0·3943014
	9	+0·2066705	+0·9120619	+0·3957744
	10	+0·1900742	+0·9151964	+0·3971348
	11	+0·1734234	+0·9180708	+0·3983822
	12	+0·1567231	+0·9206847	+0·3995162
	13	+0·1399787	+0·9230371	+0·4005366
	14	+0·1231955	+0·9251269	+0·4014430
	15	+0·1063783	+0·9269546	+0·4022355
	16	+0·0895329	+0·9285198	+0·4029140
	17	+0·0726636	+0·9298222	+0·4034784
	18	+0·0557753	+0·9308620	+0·4039289
	19	+0·0388729	+0·9316394	+0·4042655
	20	+0·0219613	+0·9321543	+0·4044884
	21	+0·0050448	+0·9324073	+0·4045978
	22	−0·0118718	+0·9323980	+0·4045934
	23	−0·0287842	+0·9321270	+0·4044755

Um nun eine Ephemeride abzuleiten, die einen genügenden Anschluss an die Beobachtungen zeigt, habe ich die Arbeiten und Rechnungen zu Hilfe genommen, die Seeling in Nr. 1319 der astronomischen Nachrichten publicirt hat, und den folgenden Weg eingeschlagen.

Seeling leitet an dem citirten Orte die folgenden Elemente aus der Erscheinung des Jahres 1858 ab:

Epoche 1858 Mai 1·0 mittl. Berl. Zeit

$$
\begin{aligned}
M &= 359°48'36''70 \quad - 3\cdot32\,\Delta\mu \\
\pi &= 275\;40\;31\cdot40 \quad -11\cdot12\,\Delta\mu \\
\Omega &= 113\;34\;5\cdot08 \quad -33\cdot10\,\Delta\mu \\
i &= 10\;48\;11\cdot99 \quad - 7\cdot44\,\Delta\mu \\
\varphi &= 49\;1\;38\cdot06 \quad -79\cdot34\,\Delta\mu \\
\mu &= 638''0611 \quad +\Delta\mu
\end{aligned}
$$

(π, Ω, i:) mittl. Äquinoct. 1860·0

Nun zeigt es sich, dass die in diesen Elementen angenommene tägliche Bewegung des Kometen nach der Erscheinung 1869 einer Correction bedarf von nahe

$$\Delta\mu = +0''6289$$

die in Anbetracht aller Umstände als sehr mässig bezeichnet werden muss; führt man nun diese Verbessserung in die obigen Elemente ein und reducirt dieselbe auf das mittlere Äquinoctium 1858·0, so erhält man:

Epoche 1858 Mai 1·0 mittl. Berl. Zeit

$$
\begin{aligned}
M &= 359°48'34''6 \\
\pi &= 275\;38\;43\cdot9 \\
\Omega &= 113\;32\;8\cdot1 \\
i &= 10\;48\;7\cdot8 \\
\varphi &= 49\;0\;48\cdot2 \\
\mu &= 638''6900
\end{aligned}
$$

Diese Elemente werden aber keinen ganz genügenden Anschluss an die von Seeling ermittelten Normalorte, die ich unten auf 1858·0 reducirt mit ihren zugehörigen Gewichten anfüge, zeigen können, da derselbe bei seinen Rechnungen die Sonnenorte nach dem Berliner Jahrbuch (Carlini's Sonnentafeln) angenommen. Ich habe nun diese Normalorte mit d

;menten durch eine sechsstellige Rechnung verglichen und finde ; folgenden Unterschiede zwischen der Beobachtung und ehnung.

		α	δ	dα	dδ	Gew.
58 März	11·5	263°53'59"5	−1°58' 5"7	+3"5	−6"1	20·16
	19·5	279 17 50·3	−2 5 10·0	−6·1	−3·9	20·29
	27·5	287 25 31·1	−2 5 17·7	−4·3	−4·6	19·31
April	8·5	318 40 29·9	−1 40 25·8	−9·4	−2·8	6·7
	12·5	325 32 21·1	−1 27 43·3	−5·3	−5·6	12·18
	20·5	337 53 40·1	−0 53 41·7	−2·4	−2·6	19·26
Mai	2·5	353 32 49·0	+0 20 15·5	+2·8	−5·3	2· 3
	30·5	21 14 18·5	+4 18 9·9	−1·5	−0·2	55·17
Juni	19·5	35 43 18·5	+6 41 17·1	−4·4	0·0	52·15

Um diese Fehler wegzuschaffen, habe ich ebenfalls die von eling mitgetheilten Differentialformel benutzt und von seinen rmalgleichungen Gebrauch gemacht; indem ich diese Zahlen, ı nicht allzuviel Raum in Anspruch nehmen zu müssen, hier terdrücke, theile ich nur das Schlussresultat mit, welches sich gab, wenn man die oben angegebene verbesserte mittlere tägbe siderische Bewegung unverändert belasst; ich fand:

$$d\varphi = -1''56$$
$$dM = -0\cdot48$$
$$di = -1\cdot14$$
$$d\pi = +1\cdot64$$
$$d☊ = -8\cdot79$$

ıd hiemit erhält man die Elemente, die als Grundlage für eine enaue Ephemeride benützt werden können:

Epoche 1858 Mai 1·0 mittl. Berl. Zeit

$$M = 359°48'34''12$$
$$\pi = 275\ 38\ 45\cdot54$$
$$☊ = 113\ 31\ 59\cdot31$$
$$i = 10\ 48\ 6\cdot66$$
$$\varphi = 49\ 0\ 46\cdot66$$
$$\mu = 638''6900$$

Diese Elemente stellen die obigen Normalorte recht befriedigend lar, man findet nämlich:

		$d\alpha$	$d\delta$
1858 März	11·5	+3"0	−1·1
	19·5	−1·8	+0·5
	23·5	+0·7	−0·3
April	8·5	−2·5	+1·7
	12·5	+1·6	−2·3
	20·5	+4·2	+0·8
Mai	2·5	+8·1*	−2·2
	30·5	+2·3	+1·1
Juni	19·5	−0·8	+0·5

Der mit einem Sternchen versehene Normalort beruht nur auf einer Cambridger Beobachtung; dieselbe wird durch obige Elemente direct verglichen, wesentlich besser (nämlich $d\alpha$+4'5, $d\delta$—1"2) dargestellt; ich bin nicht in der Lage, die Ursache dieser Differenz anzugeben, da die von Seeling mitgetheilten Zahlen hiefür nicht ausreichend sind, übrigens ist auch dieser Umstand für die folgende Untersuchung ganz ohne Bedeutung.

Die Ephemeride, die ich nun aus den obigen Elementen ableitete, fand ich wie folgt.

0ʰ mittl. Berl. Zeit		α	δ	log Δ	Abrrzt.
1858 März	8	257°44'34"4	−1°52'32"6	9·7839	5ᵐ 2·7
	9	259 27 39·4	−1 54 19·1	9·7782	4 58·8
	10	261 12 46·5	−1 55 58·6	9·7728	4 55·0
	11	262 59 52·6	−1 57 31·0	9·7676	4 51·5
	12	264 48 53·9	−1 58 56·1	9·7627	4 48·3
	13	266 39 46·1	−2 0 13·6	9·7581	4 45·2
	14	268 32 23·7	−2 1 23·3	9·7538	4 42·4
	15	270 26 40·8	−2 2 24·9	9·7499	4 39·9
	16	272 22 30·4	−2 3 18·4	9·7462	4 37·5
	17	274 19 44·8	−2 4 3·4	9·7430	4 35·5
	18	276 18 15·7	−2 4 40·1	9·7401	4 33·7
	19	278 17 54·1	−2 5 8·2	9·7377	4 32·1
	20	280 18 30·4	−2 5 27·5	9·7356	4 30·8
	21	282 19 54·5	−2 5 37·9	9·7339	4 29·8
	22	284 21 55·7	−2 5 39·4	9·7327	4 29·0
	23	286 24 23·7	−2 5 31·9	9·7319	4 28·5
	24	288 27 7·3	−2 5 15·1	9·7315	4 28·3
	25	290 29 55·2	−2 4 49·0	9·7315	4 28·3
	26	292 32 36·8	−2 4 13·5	9·7320	4 28·6
	27	294 35 1·2	−2 3 28·5	9·7329	4 29·1

erl. Zeit		α	δ	log Δ	Abrrzt.
rz	28	296°36'58"0	—2° 2'34"0	9·7342	4 29·9
	29	298 38 16·9	—2 1 30·0	9·7359	4 31·0
	30	300 38 48·4	—2 0 16·3	9·7379	4 32·3
	31	302 38 23·6	—1 58 52·7	9·7404	4 33·8
ril	1	304 36 54·1	—1 57 19·5	9·7433	4 35·6
	2	306 34 12·3	—1 55 36·5	9·7464	4 37·7
	3	308 30 11·6	—1 53 43·8	9·7500	4 39·9
	4	310 24 45·9	—1 51 41·4	9·7538	4 42·4
	5	312 17 50·1	—1 49 29·2	9·7580	4 45·1
	6	314 9 19·7	—1 47 7·1	9·7624	4 48·0
	7	315 59 11·0	—1 44 35·3	9·7671	4 51·2
	8	317 47 21·2	—1 41 53·5	9·7720	4 54·5
	9	319 33 48·5	—1 39 1·6	9·7772	4 58·0
	10	321 18 31·1	—1 35 59·8	9·7825	5 1·7
	11	323 1 28·0	—1 32 47·9	9·7881	5 5·6
	12	324 42 39·2	—1 29 25·9	9·7938	5 9·7
	13	326 22 4·9	—1 25 53·5	9·7997	5 13·9
	14	327 59 45·8	—1 22 10·7	9·8057	5 18·3
	15	329 35 42·9	—1 18 17·4	9·8119	5 22·8
	16	331 9 58·0	—1 14 13·3	9·8181	5 27·5
	17	332 42 32·4	—1 9 58·5	9·8244	5 32·3
	18	334 13 28·3	—1 5 32·7	9·8309	5 37·2
	19	335 42 47·9	—1 0 55·8	9·8373	5 42·3
	20	337 10 34·0	—0 56 7·6	9·8439	5 47·5
	21	338 36 48·7	—0 51 7·8	9.8504	5 52·8
	22	340 1 34·7	—0 45 56·4	9·8570	5 58·2
	23	341 24 54·7	—0 40 33·2	9·8637	6 3·7
	24	342 46 51·1	—0 34 58·1	9·8703	6 9·3
	25	344 7 26·7	—0 29 11·1	9·8769	6 15·0
	26	345 26 43·8	—0 23 12·1	9·8835	6 20·7
	27	346 44 45·0	—0 17 1·3	9·8901	6 26·5
	28	348 1 33·0	—0 10 38·5	9·8967	6 32·4
	29	349 17 9·8	—0 4 4·2	9·9032	6 38·4
	30	350 31 37·6	+0 2 41·6	9·9097	6 44·4
i	1	351 44 58·8	+0 9 38·6	9·9162	6 50·4
	2	352 57 15·5	+0 16 46·5	9·9225	6 56·5
	3	354 8 29·7	+0 24 5·2	9·9289	7 2·6

0ʰ mittl. Berl. Zeit		α	δ	log Δ	Abrrt.
1858 Mai	26	17°26'29"4	+3°39'47"9	0·0517	9ᵐ20ˢ8
	27	18 18 19·2	+3 48 29·2	0·0560	9 26 3
	28	19 9 30·0	+3 57 6·6	0·0601	9 31·7
	29	20 0 2·0	+4 5 39·9	0·0642	9 37·1
	30	20 49 55·8	+4 14 8·4	0·0681	9 42·4
	31	21 39 11·7	+4 22 31·8	0·0720	9 47·6
Juni	1	22 27 50·5	+4 30 49·7	0·0758	9 52·8
	2	23 15 52·4	+4 39 1·7	0·0795	9 57·9
	3	24 3 18·1	+4 47 7·4	0·0831	10 2·9
	4	24 50 7·7	+4 55 6·5	0·0867	10 7·8
	5	25 36 21·9	+5 2 58·7	0·0901	10 12·6
	6	26 22 0·7	+5 10 43·6	0·0935	10 17·4
	7	27 7 4·9	+5 18 20·9	0·0968	10 22·1
	8	27 51 34·5	+5 25 50·4	0·1000	10 26·7
	9	28 35 30·2	+5 33 11·7	0·1031	10 31·3
	10	29 18 52·1	+5 40 24·8	0·1062	10 35·7
	11	30 1 40·4	+5 47 29·2	0·1091	10 40·1
	12	30 43 55·5	+5 54 24·9	0·1120	10 44·3
	13	31 25 37·8	+6 1 11·8	0·1149	10 48·5
	14	32 6 47·6	+6 7 49·5	0·1176	10 52·7
	15	32 47 25·3	+6 14 18·0	0·1203	10 56·7
	16	33 27 31·0	+6 20 37·3	0·1229	11 0·6
	17	34 7 5·3	+6 26 47·1	0·1254	11 4·5
	18	34 46 8·4	+6 32 47·6	0·1279	11 8·3
	19	35 24 40·6	+6 38 38·5	0·1303	11 12·0
	20	36 2 42·3	+6 44 19·9	0·1326	11 15·6
	21	36 40 13·9	+6 49 51·7	0·1349	11 19·1
	22	37 17 15·6	+6 55 13·8	0·1371	11 22·6
	23	37 53 47·6	+7 0 26·3	0·1392	11 25·9

Bei dieser Ephemeride ist zur Berechnung der Aberrationszeit die Struve'sche Constante angenommen worden, die Reduction auf das wahre Äquinoctium wurde mit Hilfe der Werthe durchgeführt, die das Berliner Jahrbuch für 1858 angibt; da ich aber die weiter unten folgenden Correctionen der Sterne auf den scheinbaren Ort mit Hilfe der Pulkowaer Constanten durchgeführt habe, so bedarf die obige Ephemeride geringer Correctionen, um mit den Beobachtungen streng vergleichbar zu sein.

Es sind demnach an die obige Ephemeride vor der Verglei-
; mit den Beobachtungen die folgenden Correctionswerthe
ringen.

l. Berl. Zeit		dα	dδ	0h mittl. Berl. Zeit		dα	dδ
März	8	+0"14	—0"11	1858 April	5	+0"28	—0"01
	9	+0·21	—0·15		6	+0·34	+0·01
	10	+0·25	—0·18		7	+0·39	0·00
	11	+0·28	—0·20		8	+0·41	—0·02
	12	+0·28	—0·22		9	+0·38	—0·04
	13	+0·26	—0·24		10	+0·32	—0·08
	14	+0·21	—0·26		11	+0·25	—0·10
	15	+0·14	—0·29		12	+0·17	—0·11
	16	+0·07	—0.29		13	+0·11	—0·11
	17	+0·01	—0·26		14	+0·08	—0·10
	18	—0·01	—0·23		15	+0·08	—0·08
	19	+0·01	—0·19		16	+0·13	—0·04
	20	+0·07	—0·15		17	+0·20	+0·01
	21	+0·15	—0·13		18	+0·29	+0·05
	22	+0·26	—0·10		19	+0·38	+0·09
	23	+0·35	—0·11		20	+0·46	+0·11
	24	+0·43	—0·12		21	+0·51	+0·13
	25	+0·47	—0·14		22	+0·52	+0·13
	26	+0·47	—0·16		23	+0·50	+0 12
	27	+0·45	—0·19		24	+0·44	+0·09
	28	+0·37	—0·20		25	+0·35	+0·06
	29	+0·29	—0·21		26	+0·27	+0·03
	30	+0·20	—0·21		27	+0·19	+0·02
	31	+0·14	—0·19		28	+0·15	+0·02
April	1	+0·11	—0·16		29	+0·14	+0·02
	2	+0·11	—0·12		30	+0·16	+0·03
	3	+0·16	—0·09	Mai	1	+0·21	+0·06
	4	+0·22	—0·05		2	+0·28	+0·09
	5	+0·28	—0·01		3	+0·33	+0·12
Mai	26	+0·06	+0·08	Juni	9	—0·04	+0·12
	27	+0·09	+0·10		10	+0·01	+0·12
	28	+0·15	+0·12		11	+0·08	+0·13
	29	+0·19	+0·14		12	+0·19	+0·17
	30	+0·25	+0·18		13	+0·28	+0·21
	31	+0·31	+0·21		14	+0·34	+0·26
Juni	1	+0·33	+0·24		15	+0·38	+0·29
	2	+0·32	+0·26		16	+0·38	+0·31
	3	+0·27	+0·26		17	+0·32	+0·32
	4	+0·20	+0·24		18	+0·24	+0·30
	5	+0·11	+0·20		19	+0·15	+0·28
	6	+0·03	+0·17		20	+0·08	+0·24
	7	—0·02	+0·15		21	+0·03	+0·19
	8	—0·05	+0·13		22	—0·01	+0·16
	9	—0·04	+0·12		23	—0·01	+0·13

Um nun für die Bildung der Normalorte die möglichst
ren Grundlagen zu erhalten, habe ich die Beobachtungen,
it es aus den Angaben der Beobachter möglich war, einer

neuen Reduction unterzogen, welche Arbeit in Anbetracht der vorzüglichen Vergleichssternpositionen immerhin wünschenswerth erschien.

Die Vergleichssterne sind grossentheils in Pulkowa durch Winnecke und in Bonn durch Argelander neu bestimmt worden; ich habe die Bonner Beobachtungen (*B*) in Rectascension um 0ˢ3, in Declination um 0"1 vergrössert, um dieselben mit den Pulkowaer (*P*) Bestimmungen homogen zu machen. Die Beobachtungen dieser Sterne finden sich in Nr. 1244 der Astronomischen Nachrichten durch Winnecke mitgetheilt, und ich habe mit Rücksicht auf die obigen Correctionen in dem folgenden Vergleichssternverzeichnisse die Mittel nach Massgabe der Anzahl der Einzelnbeobachtungen gezogen. Nur der Stern Nr. 49 macht eine Ausnahme, derselbe ist nämlich ein Doppelstern, die Pulkowaer Position gilt für die Mitte, die Bonner für den vorausgehenden südlichen Componenten. Dieser Vergleichsstern wurde von Reslhuber am 16. April benutzt und bei der Beobachtung ist nichts über die Duplicität angemerkt, es scheint mir daher die Pulkowaer Position, die sich, wie schon bemerkt, auf die Mitte bezieht, mit grösserer Berechtigung zu Grunde zu legen sein; ich habe daher den Bonner Ort ausgeschlossen. Doch noch einige Bemerkungen muss ich dem folgenden Verzeichnisse vorausschicken. Die Sterne 1—6, 8—12 und 15—17 sind in Nr. 1244 der Astronomischen Nachrichten für 1859·0 mitgetheilt, ich habe dieselben in diesem Verzeichnisse auf 1858·0 reducirt aufgenommen, und ausserdem den Fehler in der Rectascension des Sternes Nr. 1 um 10 Zeitminuten verbessert.

Beim Sterne Nr. 15 ist die starke Eigenbewegung ($d\alpha + 1"8$, $d\delta + 1"3$) bis Juni 18 bereits im mittleren Sternorte enthalten. Der Stern Nr. 18 ist nicht im Meridian direct bestimmt, sondern am Pulkowaer und Bonner Sterne heliometrisch angeschlossen, man kann daher die angesetzte Position als gleichwerthig den übrigen annehmen.

Die Declination des Sternes 24 (60 Serpentis) habe ich um 3"8 südlicher angenommen, als dies nach der Angabe Winnecke's folgen würde. Mir schien nämlich die in Nr. 1244 der Astronomischen Nachrichten angesetzte Declination dieses Sternes etwas zu nördlich; ich wandte mich zur Erledigung dieses

els nach Pulkowa an Döllen, der mir mittheilte, dass der in der That in Folge eines Reductionsfehlers der obigen ction bedürfe. Die von mir den Beobachtungen zu Grunde ten Sternorte sind daher:

Mittl. Äquinoctium 1858·0

α	δ	
17°52'55"1	+3°54'18"9	2P
18 50 39·9	+3 59 41·0	2P
20 4 27·3	+4 37 9·7	2P
21 22 42·2	+4 2 35·5	2P
21 25 3·1	+4 39 4·3	2P
22 3 1·2	+4 17 1·0	3P
23 30 40·5	+4 46 3·8	Nautic. Alman. $d\alpha + 0"9$ $d\delta = +0"4$
23 55 54·1	+4 29 39·3	2P
24 3 37·9	+5 1 44·9	2P
31 46 6·5	+5 59 9·2	2P
34 31 52·4	+6 35 9·2	2P
35 0 28·2	+7 4 44·5	2P
36 21 49·8	+7 15 31·4	6 years Catalogue
36 53 19·0	+6 50 11·4	$d\alpha = +0"9$ $d\delta = +0"4$
37 4 33·3	+6 12 24·6	
37 24 49·4	+6 40 11·3	2P
37 37 6·1	+7 4 43·2	2P
258 21 3·9	−1 55 6·3	B (Heliometer)
258 51 43·9	−2 14 35·9	2B, 2P
263 12 10·3	−2 4 13·8	2P
263 56 48·4	−2 13 35·0	2B, 1P
264 4 6·3	−1 55 17·4	1B
265 37 55·5	−1 34 14·4	2B
275 34 25·8	−2 4 23·6	3P
277 57 42·1	−2 4 19·8	2B, 2P
279 35 26·1	−2 6 59·3	2B, 2P
281 4 39·3	−1 55 23·9	2P
281 19 11·9	−2 24 26·4	2B, 1P
282 15 3·4	−1 58 44·3	1B, 2P
283 34 52·3	−2 8 6·2	2B, 1P
284 6 53·8	−2 3 34·2	2B, 2P
285 22 2·8	−2 30 33·2	2B, 1P
287 8 14·1	−1 58 36·5	2P
287 23 51·3	−2 11 43·3	2B, 1P
288 36 4·0	−2 6 11·7	1B, 2P
294 30 21·4	−2 9 19·8	1B, 2P
298 19 15·1	−2 2 5·9	2P
298 33 48·3	−2 3 35·2	1B, 2P
302 16 13·3	−1 55 52·6	3P

Nr. 40	311°58'57"6	−1°54'42"2	2B, 2P
41	313 56 51·6	−1 51 55·1	2B, 5P
42	315 12 22·2	−1 33 34·2	2B, 2P
43	316 27 12·1	−1 42 37·3	2B, 2P
44	319 33 34·3	−1 35 44·3	2P
45	327 16 51·9	−1 21 7·6	3P
46	327 27 37·6	−1 27 19·8	1B, 1P
47	329 22 16·7	−1 35 28·5	1B, 1P
48	329 53 18·9	−1 26 15·0	1B, 2P
49	332 30 31·0	−1 24 31·9	3P
50	335 30 5·7	−1 7 39·9	1B, 1P
51	335 33 42·6	−0 55 47·4	1B, 1P
52	336 31 57·9	−1 2 31·6	1B, 1P
53	337 0 52·5	−0 50 52·8	α nach P; δ Nautical +0"4
54	337 15 32·5	−0 55 12·4	2P
55	338 20 0·6	−0 48 36·7	1B, 2P
56	340 39 0·0	−0 53 12·3	1B, 3P
57	343 20 16·3	−0 34 32·9	1P
58	353 59 34·0	+0 19 31·0	2P.

Diese Sternpositionen dienten mir als Grundlage für die weiteren Reductionen, die ich mit Hilfe der Pulkowaer Constanten, also mit Rücksicht auf die kleinen Mondglieder, durchgeführt habe. Ich gebe die gewonnenen Zahlen in der folgenden Zusammenstellung nach den Sternwarten geordnet; die erste Columne gibt das Datum, die zweite die Nummer des Vergleichssternes nach dem obigen Verzeichniss, die dritte und vierte die beobachteten Rectascensions- ($\Delta\alpha$) und Declinationsdifferenzen ($\Delta\delta$).

Diese Differenzen (☌—*) sind direct den Angaben der Beobachter entnommen für Ann Arbor, Berlin, Bonn, Cambridge (*E*), Cambridge (*US*), Kopenhagen, St. Jago und Toulouse; für Bilk, Kremsmünster und Padua wurden diese Grössen dadurch bestimmt, dass ich die Differenzen des beobachteten Kometenortes und des scheinbaren Sternortes, welche letztere Angabe die eben genannten Sternwarten ebenfalls mit den Beobachtungen publicirten, bildete; es können daher auch diese Reductionselemente als identisch mit den vorausgehenden angesehen werden. Hiebei hätte ich zu erwähnen, dass ich nach einer Mittheilung des Prof. Förster die Berliner Beobachtung vom 13. März um 10" in $\Delta\alpha$ verminderte und nach Angabe Moesta's die Rectascensionsdifferenzen in St. Jago vom 4. Juni und 13. Juni (let-

Beobachtung dieses Tages) um 5" verkleinerte. Die Beobachtung Padua März 18 habe ich weggelassen, da der Vergleichsstern nicht angegeben ist und der Beobachter hinzufügt „osservazione molto incerta“. Von einer von Schjellerup in Nr. 1134 der Astronomischen Nachrichten erwähnten Altona'er Beobachtung vom 11. März habe ich nirgends weiter eine Notiz gefunden; es scheint mir daher die Bezeichnung des Beobachtungsortes von Schjellerup irrthümlich zu sein.

Die fünfte und sechste Columne enthält unter $\delta\alpha$ und $\delta\delta$ die Reduction des Sternes auf den scheinbaren Ort nach den Pulkowaer Constanten; die siebente und achte Columne endlich die Parallaxe in Rectascension ($d\alpha$) und Declination ($d\delta$); hiebei ist die Horizontal-Äquatorealparallaxe der Sonne mit 8"848 (Newcomb) angenommen. Ich finde so:

Ann Arbor (Gould Journal V. 147).

		*	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	$\delta\alpha$	$\delta\delta$	$d\alpha$	$d\delta$
1858 April	4	40	+ 11'14"1	+ 5' 4"4	+ 7"3	— 9"8	—10"4	+10"5
	5	41	+ 6 19·6	+ 4 48·4	+ 7·2	— 9·3	— 9·3	+10·4
	6	43	— 34 38·5	— 2 2·3	+ 6·9	— 8·8	— 9·5	+10·3

Berlin (Astr. Nachr. XLIX. 155).

1858 März	10	20	— 45 4·5	+ 6 56·6	+11 6	—17·3	— 3·4	+12·2
	11	22	+ 5 32·9	— 3 3·6	+11·8	—17·4	— 6·2	+12·3
	12	22	+113 31·6	— 4 26·8	+12·2	—17·5	— 7·2	+12·4
	19	26	+ 1 25·4	+ 1 40·9	+10·2	—15·8	— 7·0	+13·1
	20	29	— 38 49·8	— 6 44·9	+ 9·8	—15·5	— 7·8	+13·1
	28	37	— 23 32·3	— 0 14·0	+ 8·5	—12·8	— 8·2	+13·0
	30	39	— 17 56·0	— 3 26·1	+ 8.0	—12·1	— 7·9	+12·9
April	9	44	+ 70 0·2	— 1 12·2	+ 7·1	— 8·0	— 8·0	+11·7
	12	46	—100 25·8	+ 0 16·2	+ 5·8	— 6 3	— 8·1	+11·2
	13	46	— 2 16·6	+ 3 44·4	+ 6·1	— 6·2	— 8·0	+11·0
	13	45	+ 9 28·3	— 2 31·5	+ 6·2	— 6·3	— 7·9	+11·0
	19	54	— 36 33·6	— 2 37·6	+ 6·0	— 3·5	— 7·6	+10·1
	20	55	— 14 28·1	— 4 24·2	+ 6·1	— 3·2	— 7·5	+ 9·9

Bilk (Astr. Nachr. XLVIII. 78).

1858 März	11	22	+ 5 29 6	— 2 57·8	+11·8	—17·4	— 7·3	+12·0

Bonn (Astr. Nachr. L. II. 307)

1858 März	8	19	+ 4 34·5	+20 44·5	+12·0	—17·4	— 4·4	+11·6
	8	18	+ 37 21·8	+ 1 13·3	+12·1	—17·6	— 3·0	+11·6
	11	21	+ 17 14·6	+15 13·5	+11·8	—17·3	— 5·4	+12·0

Oppolzer.

		*	Δα	Δδ	δα	δδ	dα	dδ
1858 März	11	21	+19' 12"7	+15 16·7	+11·8	—17·3	—4·5	+12·0
	12	23	+25 7·2	—25 21·2	+11·7	—17·4	—6·2	+12·1
	18	25	—21 13·7	— 0 38·7	+10·2	—16·0	—7·9	+12·7
	18	25	—19 5·5	— 0 37·1	+10·2	—16·0	—7·1	+12·7
	20	28	+21 5·6	+19 0·2	+10·2	—15·4	—7·5	+12·8
	21	30	+ 2 37·4	+ 2 25·7	+10·0	—15·2	—9·0	+12·8
	22	32	+20 27·2	+25 5·1	+10·0	—14·8	—8·4	+12·8
	23	34	+25 27·9	+ 6 25·8	+ 9·8	—14·6	—7·1	+12·9
April	6	42	+ 9 24·3	—11 52·4	+ 7·2	— 9·1	—9·0	+11·8
	13	46	— 1 2·8	+ 3 51·9	+ 6·1	— 6·2	—8·5	+10·8
	14	47	—19 5·8	+15 36·0	+ 6·0	— 5·7	—8·4	+10·6
	18	50	—17 30·1	+ 5 1·2	+ 6·0	— 4·0	—8·0	+10·0
	19	52	+ 8 20·7	+ 4 45·3	+ 6·2	— 3·6	—7·9	+ 9·8
	20	55	—12 28·1	— 4 23·1	+ 6·1	— 3·2	—7·8	+ 9·7

Cambridge [Engl.] (Astr. Nach. XLVIII. 302).

1858 April	18	51	—19 43·9	— 6 44·9	+ 6·0	— 4·0	—7·7	+10·2
	19	53	—19 3·7	— 6 56·1	+ 6·0	— 3·6	—7·7	+10·0

Cambridge [U. S.] (Astr. Nachr. LI 273).

1858 Mai	2	58	+ 0 34·9	+ 3 32·2	+ 6·1	+ 1·0	—7·6	+ 7·0

Göttingen (briefl. Mittheilung von Prof. Auwers).

1858 März	11	22	+11 34·5	— 3 13·2	+11·8	—17·4	—4·1	+12·2

Kopenhagen (briefl. Mittheilung des Prof. d'Arrest).

1858 März	17	24	+ 5 36·9	+ 0 7·0	+10·5	—16·3	—5·2	+13·5
	19	26	— 0 21·9	+ 1 30·5	+10·2	—15·8	—7·1	+13·6

Kremsmünster (Astr. Nachr. XLIX 65. vergl. pag. 266 ibid.)

1858 März	18	25	—18 42·7	— 0 31·7	+10·2	—16·0	—6·3	+12·3
	20	29	—35 37·2	— 6 46·7	+ 9·8	—15·5	—7·2	+12·4
	21	31	—26 35·8	— 1 56·1	+ 9·8	—15·1	—7·8	+12·4
	26	36	—35 56·7	+ 5 31·8	+ 9·0	—13·5	—8·1	+12·4
	28	38	—33 14·5	+ 1 48·6	+ 8·5	—12·8	—7·4	+12·3
April	5	41	—26 54·6	+ 3 51·1	+ 7·2	— 9·3	—9·3	+11·5
	14	48	—50 18·4	+ 6 36·9	+ 5·8	— 5·6	—8·5	+10·2
	15	48	+43 33·4	+10 23·7	+ 6·3	— 5·5	—8·6	+10·1
	16	49	—20 10·2	+12 50·7	+ 6·0	— 4·8	—8·5	+ 9·9
	19	53	—21 38·2	— 7 8·2	+ 6·0	— 3·6	—8·3	+ 9·
	22	56	+16 41·2	+10 31·2	+ 6·3	— 2·5	—7·9	+
	23	57	—62 42·6	— 2 26·8	+ 5·8	— 2·0	—7·9	+

Padua (Ast. Nachr. XLVIII. 141)

		*	Δα	Δδ	6α	6δ	dα	dδ
März	16	24	−114'15"6	+ 0'39"1	+10"1	−16"4	−7"4	+11·6
	19	27	− 88 48·1	− 9 32·8	+ 9·7	−15·7	−8·4	+11·8
	21	32	−100 57·9	+25 11·5	+ 9·5	−14·8	−8·0	+11·9
	22	33	− 85 7·0	− 6 47·8	+ 9·4	−14·7	−8·5	+11·9
	23	35	− 47 27·9	+ 1 10·0	+ 9·5	−14·4	−7·2	+12·0

Santiago (Astr. Nachr. L. 125)

Mai	26	1	+ 22 55·6	. . .	+ 8·5	+ 7·3	−5·2	. .
	26	2	− 34 4·8	. . .	+ 8·3	+ 7·3	−4·8	. .
	29	2	+115 15·7	. . .	+ 9·6	+ 7·9	−5·7	. .
	29	3	+ 42 3·9	−23 45·1	+ 9·2	+ 7·9	−5·4	− 4·4
	29 {	1	+175 4·0	+19 34·3	+ 9·9	+ 7·9	−4·8	− 4·4
		2	+117 16·9	. . .	+ 9·6	+ 7·9	−4·8	. .
	30	6	− 27 5·7	. . .	+ 9·2	+ 8·3	−5·3	. .
	30	4	+ 13 57·4	. . .	+ 9·4	+ 8·3	−5·0	. .
	30	4	. . .	+19 43·5	+ 9·4	+ 8·3	. .	− 4·4
	30	5	+ 12 46·8	−17 12·5	+ 9·4	+ 8·2	−4·7	− 4·4
Juni	3	7	+ 76 55·5	. . .	+10·4	+ 9·1	−4·9	. .
	3	9	+ 43 54·6	. . .	+10·2	+ 9·0	−4·8	. .
	3	8	. . .	+25 26·5	+10·3	+ 9·2	. .	− 4·3
	4	9	+ 89 37·5	. . .	+10·5	+ 9·2	−5·4	. .
	11	10	− 64 6·6	. . .	+11·5	+10·6	−4·2	. .
	13	10	+ 18 19·2	. . .	+12·5	+11·0	−4·4	. .
	13	11	. . .	−27 43·4	+11·8	+10·9	.	− 4·1
	13	10	+ 19 21·0	. . .	+12·5	+11·0	−3·6	. .
	18	11	+ 48 56·2	. . .	+13·7	+11·8	−4·9	. .
	18	15	. . .	+25 45·0	+13·1	+12·0	. .	− 3·9
	18	12	. . .	−26 34·1	+13·6	+11·7	. .	− 4·0
	18	11	+ 51 27·4	. . .	+13·7	+11·8	−3·5	. .
	21 {	14	+ 21 30·3	. . .	+14·2	+12·2	−4·2	. .
		17	− 22 15·9	. . .	+14·0	+12·2	−4·2	. .
	21	13	+ 53 57·7	−20 43·6	+14·4	+12·1	−3·6	− 4·0
	21	14	+ 22 38·1	. . .	+14·2	+12·2	−3·3	. .
	22	17	+ 14 7·3	. . .	+14·5	+12·3	−4·3	. .
	22	16	. . .	+20 3·5	+14·5	+12·4	. .	− 4·0
	22	17	+ 15 34 6	. . .	+14·5	+12·3	−3·3	. .

Toulouse (Compt. rend. XLVI. 592.)

März	17	24	+ 10 27·3	+ 0 20·4	+10·5	−16·3	−6·1	+10·7

Bringt man nun die Summe dieser Correctionen an die
eren Sternorte an, so erhält man den geocentrischen Ort der
achtung. Ich habe diese so erhaltenen Positionen in der

folgenden Zusammenstellung in die fünfte und sechste Columne aufgenommen. Die erste enthält die Nummer der Beobachtung, die zweite das Datum, die dritte den Beobachtungsort, die vierte die Ortszeit, die fünfte und sechste die geocentrischen Orte des Kometen nach der Beobachtung, die siebente und achte Columne enthält die Unterschiede der obigen Ephemeride gegen diese Orte, im Sinne Beobachtung weniger Rechnung; diese Differenzen sind in AR bereits auf den grössten Kreis reducirt. Bei dieser Vergleichung habe ich die Längen der Beobachtungsorte nach dem Berliner Jahrbuch 1871 angenommen, für Toulouse, welcher Ort in dem angegebenen Verzeichnisse nicht aufgenommen ist, habe ich nach Nr. 839 der Astronomischen Nachrichten die Länge $0^h 47^m 44^s 7$ westlich von Berlin, die Breite $+43°36'47"$ angesetzt.

Nr.	Datum		Beobachtungsort	Ortszeit	geoc α☿	geoc δ☿	dα cos δ	dδ
1	1858 März	8	Bonn	$16^h 16^m 45^s 1$	258°56'26"0	−1°53'57"2	(+42"6)	(−10"0)
2		8	Bonn	16 53 20·2	258 58 34·8	−1 53 59·0	+13·5	− 9·1
3		10	Berlin	16 48 37·0	262 27 14·0	−1 57 22·3	+ 0·3	−18·3
4		11	Bilk	14 59 28·6	264 9 40·4	−1 58 20·9	+16·1	+ 5·6
5		11	Berlin	15 32 34·0	264 9 44·8	−1 58 26·4	− 9·5	+ 0·5
6		11	Bonn	16 2 25·0	264 14 9·4	−1 58 26·8	+ 4·4	+ 8·3
7		11	Göttingen	16 37 42·0	264 15 48·5	−1 58 36·1	− 5·4	− 4·6
8		11	Bonn	16 28 11·3	264 16 8·4	−1 58 23·6	+ 6·0	+ 8·0
9		12	Berlin	15 3 15·0	265 57 42·9	−1 59 49·6	− 9·2	− 4·0
10		12	Bonn	15 45 7·6	266 3 8·2	−1 59 40·9	+ 5·5	+ 8·3
11		16	Padua	15 51 21·0	273 40 12·9	−2 3 49·3	+16·8	0·0
12		17	Kopenhagen	16 22 37·0	275 40 8·0	−2 4 19·4	−14·8	+10·2

19	19	Berlin	15 50 29·0	279 36 54·7	—2 5 21·1	— 7·2	+ 0·5
20	20	Berlin	15 27 32·0	281 36 15·6	—2 5 31·6	+ 0·8	+ 3·7
21	20	Kremsmünster	16 8 30·4	281 39 28·8	—2 5 34·1	+ 1·5	+ 1·5
22	20	Bonn	15 48 57·4	281 40 20·2	—2 5 28·8	+ 9·4	+ 6·8
23	21	Bonn	14 57 0·6	283 37 30·7	—2 5 42·9	— 6·1	— 2·9
24	21	Kremsmünster	15 56 31·6	283 40 20·0	—2 5 33·0	+ 3·6	+ 7·0
25	21	Padua	16 0 9·0	283 41 6·4	—2 5 24·6	—14·6	+15·4
26	22	Bonn	15 26 31·2	285 42 31·6	—2 5 30·1	+ 4·4	+ 5·5
27	22	Padua	15 51 23·8	285 43 8·0	—2 5 27·1	+11·2	+ 8·5
28	23	Padua	16 30 53·7	287 48 38·4	—2 5 4·1	—20·1	+17·3
29	23	Bonn	16 14 47·0	287 49 21·9	—2 5 19·2	+ 8·2	+ 2·2
30	26	Kremsmünster	16 8 7·6	293 54 25·6	—2 3 49·1	+ 6·0	— 4·4
31	28	Berlin	15 42 25·0	297 55 43·1	—2 1 51·7	—21·0	+ 1·9
32	28	Kremsmünster	16 36 28·7	298 0 34·9	—2 1 47·1	+12·6	+ 4·2
33	30	Berlin	16 2 54·0	301 58 17·4	—1 59 17·9	—13·3	+ 4·0
34	April 4	Ann-Arbor	15 34 1·0	312 8 8·6	—1 49 37·1	— 9·5	+ 3·7
35	5	Kremsmünster	15 37 16·1	313 29 54·9	—1 48 1·8	— 4·8	— 3·2
36	5	Ann-Arbor	16 17 33·0	314 3 9·1	—1 47 5·6	— 7·6	+ 9·5
37	6	Bonn	15 27 33·6	315 21 44·7	—1 45 23·9	— 5·5	+ 4·4
38	6	Ann-Arbor	16 11 15·0	315 52 31·0	—1 44 38·1	—13·6	+ 6·4
39	9	Berlin	15 57 42·0	320 43 33·6	—1 36 52·8	+16·4	+ 9·7
40	12	Berlin	15 38 32·0	325 47 9·5	—1 26 58·7	— 8·4	+10·8
41	13	Berlin	15 37 39·0	327 25 19·1	—1 23 30·6	—12·7	— 0·1

Nr.	Datum		Beobachtungsort	Ortszeit	geoc α ☿	geoc δ ☿	dα cos δ	dδ
42	1858 April	13	Berlin	15ʰ 47ᵐ 57ˢ·0	327°26'18"5	−1°23'34"3	+ 4"9	− 5"4
43		13	Bonn	15 26 49·6	327 26 32·4	−1 23 23·3	+ 2·4	+ 5·0
44		14	Bonn	15 26 28·4	329 3 8·5	−1 19 47·6	+ 7·8	− 8·9
45		14	Kremsmünster	15 55 56·9	329 2 57·8	−1 19 33·5	− 8·3	+ 5·0
46		15	Kremsmünster	15 41 48·0	330 36 50·0	−1 15 46·7	−10·3	− 6·3
47		16	Kremsmünster	15 40 52·3	332 10 18·3	−1 11 36·1	+12·2	− 6·5
48		18	Bonn	15 26 54·0	335 12 33·6	−1 2 32·7	+11·8	− 0·8
49		18	Cambridge (E)	15 26 9·4	335 13 57·0	−1 2 26·1	− 6·0	+ 0·5
50		19	Berlin	15 21 21·0	336 38 57·3	−0 57 43·4	+10·0	+10·4
51		19	Kremsmünster	15 31 48·9	336 39 12·0	−0 57 55·1	− 2·8	− 2·8
52		19	Bonn	15 21 21·5	336 40 16·9	−0 57 40·1	− 2·4	+ 8·6
53		19	Cambridge (E)	15 18 4·4	336 41 47·1	−0 57 42·5	− 2·3	+ 1·2
54		20	Berlin	15 21 51·0	338 5 31·1	−0 52 54·2	− 5·5	+ 3·9
55		20	Bonn	15 26 23·3	338 7 30·8	−0 52 53·3	+ 7·7	− 1·4
56		22	Kremsmünster	15 41 47·1	340 55 39·6	−0 42 34·6	− 4·2	− 6·3
57		23	Kremsmünster	15 28 47·4	342 17 31·6	−0 36 52·8	+ 6·9	+ 7·7
58	Mai	2	Cambridge (U. S) ..	15 37 0·0	354 0 7·4	+0 23 11·2	+ 4·5	− 1·2
59		26	Santjago	17 22 46·5	18 15 54·0	...	+ 6·1	...
60		26	„	17 42 27·1	18 16 38·6	...	+ 8·5	...
61		29	„	16 37 21·9	20 45 59·5	...	+ 3·6	...
62		29	„	16 58 8·6	20 46 35·0	+4 13 28·1	− 3·8	− 6·9
63 {		29	„	17 37 28·8	20 48 4·2	+4 18 56·7	{ + 4·2	+ 7·8
		29	„	17 37 28·8	20 48 1·6	...	+ 1·6	...
64		30	„	16 59 8·4	21 35 59·4	...	+ 0·2	...
65		30	„	17 19 57·5	21 36 44·0	...	+ 2·4	...

67		30	„	17 39 52·5	21 37 54·6	+4 21 55·6	(+32·2)	(—17·7)
68	Juni	3	„	17 13 8·6	24 47 41·5	...	+10·6	...
69		3	„	17 17 49·9	24 47 37·9	...	— 2·8	...
70		3	„	17 55 21·4	...	+4 55 10·7	...	+16·7
71		4	„	16 34 50·2	25 32 20·5	...	—13·2	...
72		11	„	17 33 25·8	30 42 7·2	...	— 1·5	...
73		13	„	17 16 32·0	32 4 33·8	...	— 0·8	...
74		13	„	17 34 57·1	...	+6 7 32·6	...	— 0·8
75		13	„	17 58 38·2	32 5 36·4	...	—10·0	...
76		18	„	16 21 41·1	35 20 57·4	...	—10·4	...
77		18	„	16 59 2·9	...	+6 38 17·7	...	+ 2·0
78		18	„	17 32 44·3	...	+6 38 18·1	...	— 5·7
79		18	„	17 52 31·1	35 23 30·0	...	— 2·9	...
80 {		21	„	17 5 25·2	37 14 59·3	...	{ + 1·4	...
		21	„	17 5 25·2	37 15 0·0	...	+ 2·1	...
81		21	„	17 43 30·5	37 15 58·3	+6 54 55·9	+ 2·0	— 6·7
82		21	„	17 58 47·5	37 16 8·0	...	—11·6	...
83		22	„	16 57 46·4	37 51 23·6	...	+ 3·5	...
84		22	„	17 31 30·1	...	+7 0 23·2	...	+10·4
85		22	„	17 55 28·9	37 52 51·9	...	+ 4·5	...

Bevor ich diese Beobachtungen zu Normalorten zusammenzog, habe ich die an einem Kreismikrometer erhaltenen Declinationen von Santjago einer Correction unterzogen. Moesta nämlich hat durchaus die Antritte nur am inneren Ringrande beobachtet, es zeigen sich demnach, wie dies auch anderweitige Erfahrungen bestätigen, constante Unterschiede, je nachdem der Komet nördlich oder südlich vom Ringcentrum passirte. Diese

Unterschiede gleicht man beiläufig dadurch aus, indem man empirisch eine Correction des Ringdurchmessers ableitet; ich habe gefunden, dass man den Radius (849"38) beiläufig um 5"8 vergrössern muss, um die gewünschte Übereinstimmung herzustellen; ich gebe in der folgenden Übersicht die erhaltenen Resultate, nebst den Abständen (Δδ), in welchen der Komet vom Ringcentrum vorbeiging.

			Δδ	corrig. dδ
Mai	29	16h 58m	—11"04	+ 0"5
	29	17 37	+10·14	— 0·3
	30	17 21	+ 9·92	+ 7·6
	30	17 39	— 7·16	(— 6·2)
Juni	3	17 55	+12·42	+10·1
	13	17 34	—13·98	+ 5·1
	18	16 59	+12·88	— 4·4
	18	17 32	—13·62	+ 0·3
	21	17 43	— 9·34	+ 2·1
	22	17 31	+10·34	+ 2·5

Fasst man nun die Beobachtungen 1—29, 30—39, 40—58 und 59—84 in vier Normalorte zusammen, so erhält man als Ephemeridencorrection:

	dα cos δ	dδ
1858 März 17·0	—0"5	+3·0
April 2·0	—4·0	+3·6
April 18·0	+0·3	+0·7
Juni 12·0	—0·5	+2·6

und hiemit die folgenden Normalorte, die sich auf das mittlere Äquinoctium 1858 beziehen

	Mittl. Berl. Zeit	α☌	δ☌	Anzahl der Beob.
I.	1858 März 17·0	274°19'31"1	—2° 3'51"6	27·27
	April 2·0	306 33 53·4	—1 55 29·3	10·10
	April 18·0	334 13 12·1	—1 5 34·5	19·19
	Juni 12·0	30 43 30·5	+5 54 14·2	20· 9

II. Die Erscheinung im Jahre 1869.

Vor allem habe ich wieder die Sonnencoordinaten nach Le Verrier's Sonnentafeln berechnet, aber die Schiefe der Ekliptik wie oben um 0"59 kleiner angenommen. Die rechtwinckeligen Coordinaten gelten für das Äquinoctium 1869·0.

0h mittl. Berl. Zeit	wahre Länge	w. Breite	log *R*	*X*	*Y*	*Z*
1869 April 9	19°38' 3"95	−0"41	0·0010218	+0·9440746	+0·3089768	+0·1340635
10	20 36 55·42	−0·49	0·0011460	+0·9384885	+0·3238515	+0·1405172
11	21 35 44·96	−0·56	0·0012693	+0·9325252	+0·3386309	+0·1469296
12	22 34 32·56	−0·61	0·0013918	+0·9263874	+0·3533108	+0·1532990
13	23 33 18·17	−0·63	0·0015131	+0·9198764	+0·3678861	+0·1596232
14	24 32 1·80	−0·62	0·0016334	+0·9131453	+0·3823530	+0·1659004
15	25 30 43·34	−0·60	0·0017526	+0·9061454	+0·3967065	+0·1721286
16	26 29 22·80	−0·55	0·0018708	+0·8988802	+0·4109431	+0·1783061
17	27 28 0·11	−0·47	0·0019880	+0·8913519	+0·4250578	+0·1844310
18	28 26 35·21	−0·35	0·0021042	+0·8835636	+0·4390468	+0·1905014
19	29 25 8·10	−0·22	0·0022198	+0·8755182	+0·4529065	+0·1965159
20	30 23 38·75	−0·09	0·0023345	+0·8672184	+0·4666327	+0·2024724
21	31 22 7·14	+0·06	0·0024485	+0·8586671	+0·4802219	+0·2083697
22	32 20 33·31	+0·19	0·0025621	+0·8498674	+0·4936701	+0·2142054
23	33 18 57·30	+0·32	0·0026752	+0·8408225	+0·5069743	+0·2199789
24	34 17 19·20	+0·41	0·0027881	+0·8315354	+0·5201311	+0·2256880
25	35 15 39·19	+0·48	0·0029009	+0·8220087	+0·5331376	+0·2313321
26	36 13 57·32	+0·51	0·0030134	+0·8122455	+0·5459904	+0·2369090
27	37 12 13·70	+0·51	0·0031254	+0·8022478	+0·5586855	+0·2424175
28	38 10 28·41	+0·47	0·0032372	+0·7920191	+0·5712205	+0·2478562

0h mittl. Berl. Zeit			wahre Länge			w. Breite	log R	X	Y	Z
1869	April	29	39°	8'	41"57	+0"41	0·0033486	+0·7815618	+0·5835918	+0·2532238
		30	40	6	53·18	+0·33	0·0034593	+0·7708784	+0·5957956	+0·2585187
	Mai	1	41	5	3·27	+0·22	0·0035694	+0·7599729	+0·6078292	+0·2637393
		2	42	3	11·87	+0·11	0·0036787	+0·7488474	+0·6196886	+0·2688848
		3	43	1	19·00	—0·01	0·0037869	+0·7375049	+0·6313706	+0·2739530
		4	43	59	24·72	—0·13	0·0038940	+0·7259487	+0·6428714	+0·2789426
		5	44	57	29·00	—0·23	0·0039999	+0·7141823	+0·6541883	+0·2838524
		6	45	55	31·82	—0·34	0·0041043	+0·7022090	+0·6653169	+0·2886806
		7	46	53	33·24	—0·43	0·0042073	+0·6900324	+0·6762548	+0·2934261
		8	47	51	33·22	—0·49	0·0043085	+0·6776557	+0·6869981	+0·2980872
		9	48	49	31·79	—0·54	0·0044081	+0·6650832	+0·6975438	+0·3026628
		10	49	47	28·96	—0·57	0·0045058	+0·6523181	+0·7078885	+0·3071513
		11	50	45	24·69	—0·57	0·0046017	+0·6393646	+0·7180294	+0·3115514
		12	51	43	18·98	—0·55	0·0046956	+0·6262269	+0·7279636	+0·3158619
		13	52	41	11·73	—0·50	0·0047876	+0·6129092	+0·7376876	+0·3200815
		14	53	39	2·94	—0·42	0·0048777	+0·5994154	+0·7471991	+0·3242090
		15	54	36	52·56	—0·32	0·0049657	+0·5857499	+0·7564951	+0·3282431
		16	55	34	40·50	—0·19	0·0050519	+0·5719175	+0·7655733	+0·3321828
		17	56	32	26·76	—0·06	0·0051362	+0·5579222	+0·7744313	+0·3360270
		18	57	30	11·32	+0·08	0·0052189	+0·5437687	+0·7830670	+0·3397747
		19	58	27	54·15	+0·21	0·0052999	+0·5294615	+0·7914779	+0·3434249
		20	59	25	35·13	+0·33	0·0053795	+0·5150047	+0·7996625	+0·3469769
		21	60	23	14·86	+0·43	0·0054577	+0·5004029	+0·8076188	+0·3504306
		22	61	20	52·85	+0·50	0·0055347	+0·4856604	+0·8153450	+0·3537834
			62	18	29·39	+0·54	0·0056106	+0·4707815	+0·8228399	+0·3570846

	24	63 16 4·64	+0·55	0·0056854	+0·4557698	+0·8301015	+0·3601855
	25	64 13 38·65	+0·52	0·0057592	+0·4406295	+0·8371281	+0·3632342
	26	65 11 11·46	+0·46	0·0058321	+0·4253653	+0·8439182	+0·3661802
	27	66 8 43·27	+0·39	0·0059037	+0·4099802	+0·8504700	+0·3690226
	28	67 6 14·05	+0·27	0·0059743	+0·3944787	+0·8567818	+0·3717607
	29	68 3 43·94	+0·16	0·0060436	+0·3788648	+0·8628519	+0·3743939
	30	69 1 12·94	+0·05	0·0061114	+0·3631426	+0·8686781	+0·3769213
	31	69 58 41·08	—0·07	0·0061779	+0·3473168	+0·8742593	+0·3793425
Juni	1	70 56 8·44	—0·18	0·0062428	+0·3313912	+0·8795934	+0·3816564
	2	71 53 35·08	—0·28	0·0063060	+0·3153703	+0·8846791	+0·3838625
	3	72 51 1·01	—0·37	0·0063672	+0·2992585	+0·8895144	+0·3859600
	4	73 48 26·27	—0·44	0·0064266	+0·2830607	+0·8940978	+0·3879483
	5	74 45 50·88	—0·50	0·0064839	+0·2667812	+0·8984279	+0·3898268
	6	75 43 14·90	—0·53	0·0065389	+0·2504247	+0·9025031	+0·3915950
	7	76 40 38·31	—0·54	0·0065918	+0·2339960	+0·9063222	+0·3932521
	8	77 38 1·09	—0·51	0·0066424	+0·2174998	+0·9098847	+0·3947980
	9	78 35 32·26	—0·46	0·0066904	+0·2009420	+0·9131883	+0·3962316
	10	79 32 44·75	—0·38	0·0067361	+0·1843266	+0·9162327	+0·3975529
	11	80 30 5·55	—0·28	0·0067790	+0·1676586	+0·9190162	+0·3987613
	12	81 27 25·61	—0·16	0·0068195	+0·1509436	+0·9215390	+0·3998567
	13	82 24 44·83	—0·03	0·0068575	+0·1341868	+0·9237999	+0·4008383
	14	83 22 3·16	+0·12	0·0068930	+0·1173927	+0·9257987	+0·4017065
	15	84 19 20·61	+0·25	0·0069261	+0·1005670	+0·9275351	+0·4024605
	16	85 16 37·16	+0·38	0·0069571	+0·0837148	+0·9290095	+0·4031009
	17	86 13 52·88	+0·47	0·0069859	+0·0668405	+0·9302212	+0·4036272
	18	87 11 7·79	+0·55	0·0070130	+0·0499491	+0·9311713	+0·4040397

0h mittl. Berl. Zeit		wahre Länge	w. Breite	log *R*	*X*	*Y*	*Z*
1869 Juni	19	88° 8'21"97	+0"60	0·0070382	+0·0330454	+0·9318590	+0·4043385
	20	89 5 35·50	+0·61	0·0070616	+0·0161339	+0·9322849	+0·4045234
	21	90 2 48·46	+0·58	0·0070835	—0·0007808	+0·9324493	+0·4045946
	22	91 0 0·93	+0·53	0·0071040	—0·0176944	+0·9323522	+0·4045520
	23	91 57 13·02	+0·45	0·0071229	—0·0346024	+0·9319937	+0·4043961
	24	92 54 24·74	+0·35	0·0071406	—0·0515004	+0·9313751	+0·4041271
	25	93 51 36·21	+0·23	0·0071567	—0·0683841	+0·9304951	+0·4037447
	26	94 48 47·52	+0·11	0·0071714	—0·0852494	+0·9293542	+0·4032490
	27	95 45 58·72	—0·01	0·0071845	—0·1020912	+0·9279533	+0·4026405
1869 Aug.	4	132° 2'33"96	—0"26	0·0061531	—0·6791786	+0·6910499	+0·2998463
	5	133 0 4·52	—0·14	0·0060896	—0·6915829	+0·6804317	+0·2952398
	6	133 57 36·27	—0·02	0·0060240	—0·7037906	+0·6696193	+0·2905488
	7	134 55 9·20	+0·13	0·0059558	—0·7157978	+0·6586146	+0·2857747
	8	135 52 43·24	+0·27	0·0058852	—0·7276005	+0·6474219	+0·2809188
	9	136 50 18·30	+0·40	0·0058124	—0·7391954	+0·6360441	+0·2759827
	10	137 47 54·34	+0·51	0·0057371	—0·7505779	+0·6244850	+0·2709677
	11	138 45 31·39	+0·60	0·0056596	—0·7617453	+0·6127480	+0·2658755
	12	139 43 9·41	+0·64	0·0055801	—0·7726943	+0·6008373	+0·2607077
	13	140 40 48·43	+0·66	0·0054986	—0·7834213	+0·5887559	+0·2554656
	14	141 38 28·45	+0·64	0·0054152	—0·7939236	+0·5765078	+0·2501511
	15	142 36 9·48	+0·59	0·0053303	—0·8041985	+0·5640966	+0·2447657
	16	143 33 51·58	+0·51	0·0052441	—0·8142439	+0·5515264	+0·2393109
	17	144 31 34·81	+0·42	0·0051564	—0·8240560	+0·5387997	+0·2337882
	18	145 29 19·17	+0·30	0·0050676	—0·8336331	+0·5259208	+0·2281995

	19	146 27 4·66	+0·19	0·0049779	−0·8429723	+0·5128935	+0·2225463
	20	147 24 51·38	+0·07	0·0048871	−0·8520710	+0·4997208	+0·2168301
	21	148 22 39·46	−0·05	0·0047954	−0·8609272	+0·4864061	+0·2110521
	22	149 20 28·90	−0·16	0·0047027	−0·8695374	+0·4729530	+0·2052143
	23	150 18 19·82	−0·26	0·0046094	−0·8779010	+0·4593654	+0·1993180
	24	151 16 12·34	−0·34	0·0045150	−0·8860135	+0·4456458	+0·1933647
	25	152 14 6·47	−0·40	0·0044198	−0·8938733	+0·4317989	+0·1873562
	26	153 12 2·34	−0·44	0·0043239	−0·9014790	+0·4178278	+0·1812939
	27	154 9 59·96	−0·46	0·0042268	−0·9088262	+0·4037362	+0·1751794
	28	155 7 59·47	−0·45	0·0041287	−0·9159136	+0·3895275	+0·1690143
	29	156 6 0·89	−0·42	0·0040299	−0·9227394	+0·3752059	+0·1628003
	30	157 4 4·24	−0·36	0·0039298	−0·9293002	+0·3607751	+0·1565390
	31	158 2 9·56	−0·28	0·0038285	−0·9355939	+0·3462393	+0·1502323
Sept.	1	159 0 16·88	−0·18	0·0037258	−0·9416180	+0·3316016	+0·1438816
	2	159 58 26·14	−0·05	0·0036218	−0·9473707	+0·3168668	+0·1374889
	3	160 56 37·34	+0·08	0·0035164	−0·9528496	+0·3020392	+0·1310558
	4	161 54 50·45	+0·22	0·0034093	−0·9580517	+0·2871229	+0·1245843
	5	162 53 5·38	+0·36	0·0033006	−0·9629762	+0·2721224	+0·1180763
	6	163 51 22·11	+0·48	0·0031902	−0·9676204	+0·2570425	+0·1115338
	7	164 49 40·61	+0·56	0·0030782	−0·9719829	+0·2418879	+0·1049585
	8	165 48 0·83	+0·62	0·0029644	−0·9760613	+0·2266631	+0·0983529
	9	166 46 22·73	+0·65	0·0028491	−0·9798552	+0·2113733	+0·0917187
	10	167 44 46·26	+0·63	0·0027326	−0·9833633	+0·1960231	+0·0850583
	11	168 43 11·42	+0·59	0·0026146	−0·9865846	+0·1806173	+0·0783734
	12	169 41 38·19	+0·51	0·0024959	−0·9895182	+0·1651606	+0·0716662
	13	170 40 6·54	+0·42	0·0023762	−0·9921636	+0·1496571	+0·0649388

0ʰ mittl. Berl. Zeit		wahre Länge	w. Breite	log R	X	Y	Z
1869 Sept.	14	171°38′36″51	+0″30	0·0022558	—0·9945200	+0·1341117	+0·0581930
	15	172 37 8·08	+0·18	0·0021349	—0·9965870	+0·1185288	+0·0514310
	16	173 35 41·30	+0·06	0·0020136	—0·9983642	+0·1029127	+0·0446544
	17	174 34 16·24	—0·06	0·0018919	—0·9998505	+0·0872675	+0·0378654
	18	175 32 52·94	—0·17	0·0017702	—1·0010465	+0·0715977	+0·0310656
	19	176 31 31·42	—0·27	0·0016484	—1·0019510	+0·0559079	+0·0242573
	20	177 30 11·77	—0·36	0·0015265	—1·0025637	+0·0402020	+0·0174421
	21	178 28 54·08	—0·43	0·0014046	—1·0028846	+0·0244845	+0·0106218
	22	179 27 38·41	—0·47	0·0012829	—1·0029129	+0·0087597	+0·0037986
	23	180 26 24·84	—0·49	0·0011611	—1·0026483	—0·0069683	—0·0030259
	24	181 25 13·40	—0·48	0·0010393	—1·0020906	—0·0226947	—0·0098496
	25	182 24 4·18	—0·45	0·0009177	—1·0012401	—0·0384155	—0·0166706
	26	183 22 57·20	—0·40	0·0007960	—1·0000956	—0·0541260	—0·0234878
	27	184 21 52·52	—0·34	0·0006744	—0·9986577	—0·0698221	—0·0302975
	28	185 20 50·13	—0·24	0·0005526	—0·9969261	—0·0854991	—0·0370991
	29	186 19 50·09	—0·12	0·0004307	—0·9949007	—0·1011528	—0·0438906
	30	187 18 52·36	+0·01	0·0003087	—0·9925818	—0·1167774	—0·0506696
Oct.	1	188 17 56·95	+0·15	0·0001862	—0·9899684	—0·1323694	—0·0574342
	2	189 17 3·80	+0·28	0·0000632	—0·9870614	—0·1479237	—0·0641825
	3	190 16 12·89	+0·40	9·9999396	—0·9838609	—0·1634349	—0·0709128
	4	191 15 24·17	+0·49	9·9998152	—0·9803670	—0·1788983	—0·0776218
	5	192 14 37·56	+0·57	9·9996904	—0·9765816	—0·1943089	—0·0843075
	6	193 13 53·06	+0·60	9·9995647	—0·9725042	—0·2096614	—0·0909689
	7	194 13 10·62	+0·60	9·9994384	—0·9681362	—0·2249510	—0·0976031
	8	195 12 30·13	+0·56	9·9993117	—0·9634796	—0·2401727	—0·1042080

13	200	9 34·90	+0·03	9·9986755	—0·9859174	—0·3150957	—0·1367199
14	201	9 5·10	—0·09	9·9985490	—0·9295617	—0·3298121	—0·1431061
15	202	8 37·03	—0·20	9·9984232	—0·9229294	—0·3444287	—0·1494488
16	203	8 10·74	—0·31	9·9982979	—0·9160219	—0·3589415	—0·1557464
17	204	7 46·24	—0·40	9·9981736	—0·9088421	—0·3733463	—0·1619972
18	205	7 23·62	—0·47	9·9980501	—0·9013910	—0·3876391	—0·1681992
19	206	7 2·92	—0·51	9·9979277	—0·8936710	—0·4018158	—0·1743506
20	207	6 44·17	—0·54	9·9978064	—0·8856847	—0·4158721	—0·1804499
21	208	6 27·44	—0·54	9·9976861	—0·8774329	—0·4298043	—0·1864950
22	209	6 12·79	—0·52	9·9975671	—0·8689190	—0·4436081	—0·1924844
23	210	6 0·22	—0·48	9·9974492	—0·8601443	—0·4572795	—0·1984163
24	211	5 49·80	—0·41	9·9973326	—0·8511116	—0·4708145	—0·2042887
25	212	5 41·55	—0·32	9·9972170	—0·8418225	—0·4842089	—0·2101001
26	213	5 35·48	—0·21	9·9971025	—0·8322794	—0·4974588	—0·2158487

Für die Erscheinung des Jahres 1869 lagen keine genügend genauen Elemente zur Herleitung einer Ephemeride vor; ich konnte daher Linsser's Elemente (Ast. Nachr. 1755) vorerst nur dazu benützen, um neue, den Beobachtungen sich besser anschliessende Elemente zu erhalten; ich habe jedoch dieselben vorerst durch die nun genähert bekannte Correction in der täglichen siderischen Bewegung um etwas verbessert, auf den Äquator übertragen und so gefunden:

1869 Juni 11·0 mittl. Berl. Zeit

$L' = 274°37'22"5$

$\pi' = 277\ 58\ \ 9·5$ }
$\Omega' = 28\ \ 4\ \ 3·3$ } mittl. Äquinoct. 1869·0
$i' = 21\ 25\ 18·5$ }

$\varphi' = 48\ 45\ 32·0$

$\mu = 634"69$

Nach diesen Elementen nun fand ich die folgenden Ephemeridenorte:

0ʰ mittl. Berl. Zeit		α	δ	log Δ
1869 April	9	10ʰ33ᵐ 4ˢ62	+33°51'36"1	9·8150
	10	10 31 6·55	+34 4 33·2	9·8128
	11	10 29 10·10	+34 16 55·9	9·8106
	12	10 27 15·50	+34 28 43·6	9·8086
	13	10 25 22·75	+34 40 0·7	9·8065
	14	10 23 32·09	+34 50 45·4	9·8045
	15	10 21 43·17	+35 0 55·5	9·8025
Mai	14	9 47 26·85	+36 56 53·3	9·7323
	15	9 46 47·73	+36 56 53·5	9·7286
	16	9 46 9·49	+36 56 47·5	9·7248
	17	9 45 32·08	+36 56 35·0	9·7209
Juni	9	9 20 30·09	+36 52 19·9	9·5787
	10	9 18 2·07	+36 52 27·3	9·5699
	11	9 15 20·05	+36 52 28·6	9·5609
	12	9 12 22·83	+36 54 16·5	9·5517
	13	9 9 9·38	+36 51 48·9	9·5422
	14	9 5 38·51	+36 50 57·9	9·5326
Aug.	7	4 3 40·25	+ 1 9 21·5	9·5868
	8	4 2 21·96	+ 0 44 26·8	9·5929
	9	4 1 5·71	+ 0 20 12·9	9·5988
	10	3 59 51·69	− 0 3 22·7	9·6045
	11	3 58 39·19	− 0 26 23·5	9·6101
	12	3 57 27·60	− 0 48 52·6	9·6155
	13	3 56 16·65	− 1 10 52·5	9·6208
	14	3 55 6·60	− 1 32 24·1	9·6259
	15	3 53 56·80	− 1 53 31·6	9·6309
	16	3 52 46·97	− 2 14 15·3	9·6358
Sept.	7	3 21 33·88	− 8 47 51·7	9·721[illegible]
	8	3 19 44·67	− 9 3 18·1	9·725[illegible]
	9	3 17 53·27	− 9 18 29·2	9·728[illegible]
	10	3 15 59·76	− 9 33 23·2	9·732[illegible]

l. Berl. Zeit		α	δ	log Δ
869 Oct.	8	2ʰ 15ᵐ 10ˢ98	−13°50′48″3	9·8557
	9	2 13 4·01	−13 53 6·5	9·8611
	10	2 10 58·73	−13 54 53·8	9·8666
	11	2 8 55·31	−13 56 11·6	9·8721
	12	2 6 53·84	−13 57 0·5	9·8777
	13	2 4 54·42	−13 57 22·3	9·8834
	14	2 2 57·15	−13 57 16·4	9·8891
	15	2 1 2·10	−13 56 43·1	9·8948
	16	1 59 9·39	−13 55 43·7	9·9006

diesen Ephemeriden-Bruchstücken habe ich nun die fol-
Beobachtungen verglichen und in der ersichtlich gemach-
e zu Normalorten zusammengefasst.

			dα	dδ
9 April	13·5	Leipzig	+7ˢ69	+45″2
	14·5	Bonn	+4·50	+17·6
	14·5	Leipzig	+5·55	+41·7
	14·6	Hamburg	+6·90	+ 0·2
April	14·0		+6·16	+26·2
9 Mai	14·4	Leipzig	+5·48	+27·9
	14·5	Warschau......	+6·20	+24·7
	14·5	Wien	+5·62	+25·9
	14·5	Lund	+4·52	+12·5
	15·5	„	+4·78	+12·6
	15·5	Hamburg	+5·65	+26·9
	16·5	Lund	+5·86	+ 8·5
	16·5	Hamburg	+5·56	+21·3
Mai	15·0		+5·46	+20·0
9 Juni	9·4	Wien	+3·41	+22·3
	9·4	Mannheim	+4·47	+20·0
	12·4	Wien	+3·41	+15·0
	12·4	„	+3·07	+14·0
	12·5	Warschau	+4·03	+36·6
	13·5	„	+3·34	+27·6
Juni	12·0		+3·62	+22·6
9 Aug.	11·6	Wien	−4·41	−1′ 8″6
	11·6	„	−5·15	−1 9·4
	12·6	„	−4·51	−1 3·4
	12·6	„	−4·45	−1 6·8
	13·6	„	−4·25	−1 6·2
	13·6	„	−4·08	−1 12·7
Aug.	13·0		−4·47	−1 7·8

				$d\alpha$	$d\delta$
1869 Sept.	8·5	Wien		—6ˢ89	—0'55"6
	8·6	Hamburg		—7·31	—1 19·9
	8·6	Leipzig		—7·33	—1 34·5
	8·6	Lund		—7·74	—1 11·2
	9·5	Warschau		—8·13	—1 20·0
	9·6	Leipzig		—7·83	—1 3·3
	9·6	Lund		—7·83	—1 5·1
Sept.	9·0			—7·58	—1 12·8
1869 Oct.	9·5	Leipzig		—8·96	—53·7
	9·5	"		—8.55	—59·0
	9·5	Hamburg		—6·88	—33·2
	10·5	Leipzig		—7·49	—56·3
	11·5	"		—9·59	—61·1
	12·5	Wien		—6·82	. . .
	13·2	Melbourne		—8·63	—48·3
	14·3	"		—8·49	—60·2
Oct.	12·0			—8·18	—53·1

Hieraus resultiren die folgenden auf den mittleren Äquator 1869·0 bezogenen Normalorte und neben die ich die Differenzen angesetzt habe, welche sich ergeben, wenn man die obigen Elemente mit diesen Normalorten direct (6stellig) vergleicht (B—R).

		α	δ	$d\alpha \cos\delta$	$d\delta$
I.	1869 April 14·0	155°54'36"8	+34°51'14"2	+ 75"8	+26·2
II.	Mai 15·0	146 43 17·1	+36 57 18·4	+ 65·5	+20·0
III.	Juni 12·0	138 6 30·5	+36 52 46·0	+ 43·4	+22·6
IV.	Aug. 13·0	59 2 46·3	— 1 11 59·4	— 67·0	—67·8
V.	Sept. 9·0	49 26 7·7	— 9 59 43·8	—112·2	—72·8
VI.	Oct. 12·0	31 41 5·4	—13 57 59·2	—119·2	—53·1

Um diese Fehler auf ein geringeres Mass herabzudrücken, habe ich die Differentialquotienten zwischen denselben und den Elementen entwickelt; die mittlere tägliche siderische Bewegung (μ) aber beliess ich constant, da sich dieser Werth mit einer verhältnissmässig sehr überwiegenden Genauigkeit aus der Verbindung der beiden Perihelzeiten in den Jahren 1858 und 1869 bestimmen liess. Die Bedingungsgleichungen (logarithmisch) werden:

Rectascensionen

0·4984 (10dL')	+9_n7341 (10$d\varphi$)	+9_n1169 (10$d\pi'$)	+9·0436 sin $i'd\Omega'$	+9·3118 cos $i'di$,	= 1·5788
8_n8107	9_n6053	9·1809	9·2743	7_n7919	1·8159
0_n0817	9_n4798	0·0539	9·5743	9_n2842	1·6378
9_n5882	9·5638	9·6494	9·6706	9·7652	1_n8263
9·2440	9·7205	7_n5606	9·6779	9·5227	2_n0500
9·6051	9·7318	9_n2884	9·6318	8·8656	2_n0759

Declinationen.

9·2818	8·0125	9_n2934	0·2817	9·9293	= 1·1173
9·6126	8_n9656	9_n5666	0·2572	8_n5201	1·3010
9·8394	9_n1626	9_n7912	0·2136	0_n1646	1·3541
9·3636	9·4462	9_n1998	0_n2673	0_n2364	1_n8312
9·5948	9·5317	9_n4506	0_n3648	9_n9438	1_n8621
9·4663	9·3916	9_n3115	0_n3410	9_n2571	1_n7251

Gibt man dem ersten Normalorte, weil er sich aus wenig, schlecht übereinstimmenden Beobachtungen gründet, nur das halbe Gewicht, so vereinigen sich die obigen Relationen in die folgenden Bestimmungsgleichungen:

0·4435 (10dL')	+9·8108 (10$d\varphi$)	+0_n3862 (10$d\pi'$)	+9_n6028 sin $i'd\Omega'$	+0_n2222 cos $i'di'$	= 2_n1036
	0·0651	9·2337	0_n2312	9·3840	2_n3613
		8·7966	8·9912	8_n6721	0_n8802
			1·2350	0·6192	1·6787
				0·6435	1·4260

und die Verbesserungen der Elemente finden sich:

Oppolzer.

$di' = + 6''5$
$d\Omega' = + 3\cdot6$
$d\pi' = -11\cdot9$
$d\varphi = -18\cdot0$
$dL' = -10\cdot4$

Die auf die Ekliptik übertragenen corrigirten Elemente daher:

1869 Juni 11·0 mittl. Berl. Zeit.

$L = 272°34'25''4$
$\pi = 275\ 55\ 10\cdot9$ ⎫ mittl. Äquinoct.
$\Omega = 113\ 32\ 30\cdot5$ ⎬ 1869·0.
$i = 10\ 48\ 18\cdot4$ ⎭
$\varphi = 48\ 45\ 14\cdot0$
$\mu = 634''69$

alorten die folgenden Fehler übrig lassen:

1868 April	14	−6″1	+16·6
Mai	15	+3·3	+ 0·1
Juni	12	−3·7	+ 1·6
Aug.	13	+4·2	+ 0·4
Sept.	9	−2·6	+ 4·2
Oct.	12	−2·5	+ 2·7

und die sich daher für die Herleitung einer genauen Ephemeride als ausreichend erweisen, da die grösseren Fehler im ersten Orte wohl nur der Unsicherheit desselben zuzuschreiben sind. Die Ephemeride selbst berechnete ich wie folgt, wobei die Reduction auf den wahren Ort nach den Pulkowaer Constanten ausgeführt ist.

0h mittl. Berl. Zeit	α	δ	log Δ	Abrrzt.
1869 April 9	158°17'49″4	+33°51'42″7	9·8148	5m25·0
10	157 48 20·0	+34 4 39·5	9·8127	5 23·5
11	157 19 14·2	+34 17 2·9	9·8105	5 21·8
12	156 50 34·2	+34 28 53·2	9·8084	5 20·3
13	156 22 22·5	+34 40 10·3	9·8064	5 18·8
14	155 54 40·9	+34 50 54·9	9·8043	5 17·2
15	155 27 31·4	+35 1 7·0	9·8023	5 15·8
16	155 0 55·1	+35 10 47·0	9·8004	5 14·4
17	154 34 54·1	+35 19 55·7	9·7984	5 13·0
18	154 9 29·7	+35 28 33·8	9·7964	5 11·5
19	153 44 42·7	+35 36 41·9	9·7945	5 10·1

. Berl. Zeit		α	δ	log Δ	Abrrzt.
April	20	153°20'34"2	+35°44'20"5	9·7926	5ᵐ 8ˢ8
	21	152 57 4·9	+35 51 30·6	9·7906	5 7·4
	22	152 34 15·5	+35 58 12·7	9·7886	5 6·0
	23	152 12 6·3	+36 4 28·1	9·7867	5 4·6
	24	151 50 37·8	+36 10 17·2	9·7847	5 3·3
	25	151 29 49·7	+36 15 41·3	9·7826	5 1·8
	26	151 9 42·5	+36 20 40·7	9·7806	5 0·4
	27	150 50 16·3	+36 25 16·5	9·7785	4 58·9
	28	150 31 30·5	+36 29 29·5	9.7763	4 57·4
	29	150 13 25·1	+36 33 20·6	9·7742	4 56·0
	30	149 55 59·4	+36 36 50·6	9·7719	4 54·5
Mai	1	149 39 12·9	+36 40 0·4	9·7696	4 52·9
	2	149 23 5·6	+36 42 51·0	9·7673	4 51·3
	3	149 7 36·2	+36 45 23·1	9·7648	4 49·7
	4	148 52 44·0	+36 47 37·5	9·7623	4 48·0
	5	148 38 27·6	+36 49 35·3	9·7598	4 46·3
	6	148 24 46·4	+36 51 17·4	9·7571	4 44·6
	7	148 11 38·7	+36 52 44·6	9·7543	4 42·8
	8	147 59 3·2	+36 53 57·6	9·7515	4 40·9
	9	147 46 58·1	+36 54 57·5	9·7485	4 39·0
	10	147 35 21·9	+36 55 45·3	9·7455	4 37·1
	11	147 24 12·4	+36 56 21·7	9·7423	4 35·1
	12	147 13 27·3	+36 56 47·8	9·7390	4 32·9
	13	147 3 4·3	+36 57 4·5	9·7356	4 30·8
	14	146 53 0·8	+36 57 12·7	9·7321	4 28·6
	15	146 43 13·8	+36 57 13·3	9·7285	4 26·4
	16	146 33 40·3	+36 57 7·3	9·7247	4 24·1
	17	146 24 16·8	+36 56 55·4	9·7207	4 21·7
	18	146 14 59·6	+36 56 39·1	9·7166	4 19·2
	19	146 5 45·1	+36 56 18·6	9·7124	4 16·7
	20	145 56 29·1	+36 55 55·2	9·7079	4 14·1
	21	145 47 7·1	+36 55 29·5	9·7034	4 11·5
	22	145 37 34·3	+36 55 2·4	9·6986	4 8·7
	23	145 27 45·6	+36 54 34·5	9·6937	4 5·9
	24	145 17 36·2	+36 54 6·7	9·6886	4 3·1
	25	145 7 0·2	+36 53 39·7	9·6833	4 0·1
	26	144 55 51·5	+36 53 14·1	9·6778	3 57·1
	27	144 44 4·0	+36 52 50·4	9·6721	3 54·0
	28	144 31 31·3	+36 52 29·3	9·6662	3 50·8
	29	144 18 6·0	+36 52 11·1	9·6601	3 47·6
	30	144 3 40·1	+36 51 56·3	9·6538	3 44·3
	31	143 48 6·0	+36 51 45·7	9·6473	3 41·0
Juni	1	143 31 14·7	+36 51 39·0	9·6405	3 37·5
	2	143 12 56·6	+36 51 36·4	9·6336	3 34·1

0ʰ mittl. Berl. Zeit		α	δ	log Δ	Abzt.
1869 Juni	3	142°53′ 1″5	+36°51′37″8	9·6264	3ᵐ30ˢ5
	4	142 31 18·5	+36 51 43·2	9·6190	3 27·0
	5	142 7 36·7	+36 51 52·0	9·6118	3 23·4
	6	141 41 43·1	+36 52 3·7	9·6034	3 19·8
	7	141 13 24·3	+36 52 16·8	9·5953	3 16·0
	8	140 42 25·7	+36 52 30·0	9·5870	3 12·4
	9	140 8 32·6	+36 52 41·6	9·5784	3 8·5
	10	139 31 29·1	+36 52 49·0	9·5696	3 4·8
	11	138 50 58·2	+36 52 48·9	9·5606	3 1·0
	12	138 6 41·3	+36 52 37·4	9·5514	2 57·2
	13	137 18 19·8	+36 52 9·7	9·5420	2 53·4
	14	136 25 34·3	+36 51 20·0	9·5324	2 49·6
	15	135 28 5·1	+36 50 0·5	9·5226	2 45·8
	16	134 25 31·6	+36 48 3·0	9·5127	2 42·1
	17	133 17 34·5	+36 45 17·2	9·5027	2 38·4
	18	132 3 54·6	+36 41 31·0	9·4926	2 34·8
	19	130 44 14·8	+36 36 31·2	9·4825	2 31·2
	20	129 18 19·4	+36 30 1·8	9·4724	2 27·7
	21	127 45 55·3	+36 21 45·2	9·4623	2 24·3
	22	126 6 54·8	+36 11 22·1	9·4524	2 21·1
	23	124 21 14·8	+35 58 32·6	9·4426	2 17·9
	24	122 28 57·7	+35 42 54·1	9·4331	2 15·0
	25	120 30 13·8	+35 24 4·7	9·4240	2 12·1
	26	118 25 21·9	+35 1 42·2	9·4152	2 9·5
	27	116 14 48·1	+34 35 26·0	9·4070	2 7·1
1869 Aug.	4	61 57 8·1	+ 2 27 46·1	9·5672	3 3·8
	5	61 35 11·6	+ 2 0 24·8	9·5738	3 6·6
	6	61 14 9·9	+ 1 33 56·4	9·5803	3 9·4
	7	60 53 55·2	+ 1 8 16·6	9·5865	3 12·1
	8	60 34 20·7	+ 0 43 21·4	9·5926	3 14·9
	9	60 15 20·0	+ 0 19 7·3	9·5985	3 17·5
	10	59 56 46·5	− 0 4 29·2	9·6042	3 20·1
	11	59 38 35·1	− 0 27 30·8	9·6098	3 22·7
	12	59 20 40·7	− 0 50 0·4	9·6153	3 25·3
	13	59 2 58·3	− 1 12 0·7	9·6205	3 27·7
	14	58 45 24·0	− 1 33 33·7	9·6257	3 30·3
	15	58 27 53·5	− 1 54 41·8	9·6307	3 32·7
	16	58 10 23·5	− 2 15 26·9	9·6355	3 35·1
	17	57 52 49·8	− 2 35 50·6	9·6403	3 37·4
	18	57 35 9·6	− 2 55 54·5	9·6449	3 39·8
	19	57 17 19·9	− 3 15 40·0	9·6494	3 42·1
	20	56 59 17·5	− 3 35 8·4	9·6538	3 44·3
	21	56 40 59·9	− 3 54 21·2	9·6581	3 46·6
	22	56 22 24·6	− 4 13 18·7	9·6623	3 48·8

t. Berl. Zeit		α	δ	log Δ	Abrrzt.
Aug.	23	56° 3' 29"5	— 4° 32' 2"1	9·6664	3m50s9
	24	55 44 12·0	— 4 50 33·3	9·6704	3 53·1
	25	55 24 30·2	— 5 8 51·4	9·6744	3 55·2
	26	55 4 22·9	— 5 26 57·5	9·6782	3 57·3
	27	54 43 47·6	— 5 44 52·0	9·6821	3 59·4
	28	54 22 43·3	— 6 2 35·0	9·6858	4 1·5
	29	54 1 8·7	— 6 20 6·8	9·6895	4 3·6
	30	53 39 2·3	— 6 37 27·6	9·6932	4 5·6
	31	53 16 23·3	— 6 54 37·0	9·6968	4 7·7
Sept.	1	52 53 10·4	— 7 11 35·2	9·7004	4 9·8
	2	52 29 23·1	— 7 28 21·8	9·7040	4 11·8
	3	52 5 1·1	— 7 44 56·6	9·7075	4 13·9
	4	51 40 3·3	— 8 1 19·1	9·7111	4 16·0
	5	51 14 30·3	— 8 17 28·7	9·7146	4 18·1
	6	50 48 21·9	— 8 33 25·0	9·7181	4 20·1
	7	50 21 38·5	— 8 49 7·2	9·7217	4 22·3
	8	49 54 20·1	— 9 4 34·5	9·7252	4 24·4
	9	49 26 27·8	— 9 19 46·2	9·7288	4 26·6
	10	48 58 2·4	— 9 34 41·4	9·7324	4 28·8
	11	48 29 4·8	— 9 49 19·4	9·7360	4 31·1
	12	47 59 36·1	—10 3 39·5	9·7396	4 33·3
	13	47 29 37·4	—10 17 40·4	9·7433	4 35·7
	14	46 59 10·3	—10 31 21·7	9·7471	4 38·1
	15	46 28 16·1	—10 44 42·2	9·7508	4 40·5
	16	45 56 56·2	—10 57 41·4	9·7547	4 43·0
	17	45 25 12·3	—11 10 18·4	9·7585	4 45·5
	18	44 53 6·0	—11 22 32·7	9·7625	4 48·1
	19	44 20 39·1	—11 34 23·1	9·7665	4 50·9
	20	43 47 53·6	—11 45 49·2	9·7705	4 53·5
	21	43 14 51·1	—11 56 50·2	9·7746	4 56·3
	22	42 41 34·1	—12 7 25·2	9·7788	4 59·1
	23	42 8 4·4	—12 17 33·9	9·7831	5 2·1
	24	41 34 24·1	—12 27 15·5	9·7874	5 5·1
	25	41 0 35·5	—12 36 29·5	9·7918	5 8·2
	26	40 26 40·7	—12 45 15·2	9·7962	5 11·4
	27	39 52 42·0	—12 53 32·3	9·8008	5 14·7
	28	39 18 41·6	—13 1 20·3	9·8054	5 18·1
	29	38 44 41·9	—13 8 39·0	9·8101	5 21·5
	30	38 10 45·4	—13 15 27·9	9·8148	5 25·0
Oct.	1	37 36 51·1	—13 21 46·7	9·8197	5 28·7
	2	37 3 10·5	—13 27 35·3	9·8246	5 32·5
	3	36 29 36·6	—13 32 53·7	9·8296	5 36·3
	4	35 56 15·3	—13 37 41·3	9·8346	5 40·1
	5	35 23 9·0	—13 41 58·6	9·8398	5 44·2

0ʰ mittl. Berl. Zeit		α	δ	log Δ	Aberrzt.
1869 Oct.	6	34°50'19"9	—13°45'45"3	9·8450	5ᵐ48ˢ4
	7	34 17 50·2	—13 49 1·6	9·8503	5 52·7
	8	33 45 42·1	—13 51 47·7	9·8556	5 57·0
	9	33 13 57·9	—13 54 3·9	9·8610	6 1·6
	10	32 42 39·5	—13 55 50·4	9·8665	6 6·1
	11	32 11 48·8	—13 57 7·7	9·8721	6 10·9
	12	31 41 27·6	—13 57 56·3	9·8777	6 15·7
	13	31 11 37·3	—13 58 16·7	9·8833	6 20·5
	14	30 42 19·2	—13 58 9·6	9·8890	6 25·5
	15	30 13 35·1	—13 57 35·5	9·8948	6 30·7
	16	29 45 25·9	—13 56 35·0	9·9006	6 36·0
	17	29 17 52·9	—13 55 8·9	9·9065	6 41·5
	18	28 50 57·0	—13 53 18·0	9·9124	6 46·9
	19	28 24 39·2	—13 51 2·8	9·9183	6 52·5
	20	27 59 0·3	—13 48 24·0	9·9243	6 58·2
	21	27 34 0·7	—13 45 22·5	9·9303	7 4·0
	22	27 9 41·3	—13 41 59·0	9·9363	7 9·9
	23	26 46 2·6	—13 38 14·2	9·9424	7 16·0
	24	26 23 4·9	—13 34 8·3	9·9485	7 22·2
	25	26 0 48·6	—13 29 43·6	9·9546	7 28·4
	26	25 39 14·0	—13 24 59·2	9·9607	7 34·8

Für diese Erscheinung habe ich die definitive Reduction der Beobachtungen noch nicht vorgenommen, indem zu erwarten steht, dass im Verlaufe weniger Jahre eine Neubestimmung der benützten Vergleichssterne erhalten werden wird, und für die nächsten Zwecke die oben gebildeten Normalorte ausreichen. Ich verschiebe daher die Bildung der definitiven Normalorte für Erscheinung 1869 auf eine spätere Abhandlung.

III. Die Jupiterstörungen zwischen den Erscheinungen 1858 und 1869.

Die Störungsrechnung für Jupiter habe ich vorerst allein durchgeführt, indem der störende Einfluss der übrigen Planeten verhältnissmässig gering ist und die beträchtlicheren Saturnstörungen in hinreichender Annäherung in der ersten Abhandlung ermittelt sind.

Als Elemente nahm ich die am Schlusse meiner ersten Abhandlung angeführten Werthe, nämlich:

$$
\begin{aligned}
T &= 1858 \text{ Mai } 2\cdot0739 \text{ mittl. Berl. Zeit} \\
\pi &= 275^\circ 40' 26'' \\
\Omega &= 113\ 33\ 35 \\
i &= 10\ 48\ 7
\end{aligned}
\left.\right\} \text{mittl. Äquinoct. } 1860\cdot0
$$

$$
\begin{aligned}
\varphi &= 49\ 0\ 50 \\
\mu &= 638''65
\end{aligned}
$$

die ich für die Zeit des Perihels als osculirend annahm; da sich aber im Verlaufe der Rechnung zeigte, dass die mittlere Bewegung etwas grösser angenommen werden müsse, so habe ich μ von 1862 Aug. 11 an um 0"05 grösser angenommen; die so erlangten Störungswerthe haben daher den wünschenswerthen Grad der Genauigkeit und können als definitive Werthe für die fernere Untersuchung ohne Bedenken in Anwendung gezogen werden. Als Masse nahm ich $\frac{1}{1049}$ für Jupiter an; bis 1865·0 gilt das mittl. Äquinoct. 1860·0, nach diesem Zeitpunkte das von 1870·0, und ich habe in der folgenden Zusammenstellung der ermittelten Differentialquotienten an der Stelle der Äquinoctialänderung diejenigen Correctionen angeführt, die man an die Präcessionswerthe anbringen muss, die für die ungestörten Elemente gelten, um die streng giltigen Übertragungswerthe zu erhalten. Die zwischen die Angaben des Datums gesetzten Sternchen bedeuten, dass an dieser Stelle ein Wechsel der Elemente (Übertragung der Störungen auf die Elemente) stattgefunden hat.

Datum		$10\, di:dt$	$10\, d\Omega:dt$	$10\, d\varphi:dt$	$10\, d\pi:dt$	$100\, d\mu:dt$	$10\, dL:dt$
1858 Jän.	4	—0″0943	— 0″6162	+ 0″1744	— 1″8142	—0″09717	—0″6181
"	14	—0·0808	— 0·6001	+ 0·2023	— 1·7153	—0·09316	—0·6541
"	24	—0·0673	— 0·5806	+ 0·2213	— 1·6073	—0·08805	—0·6850
Febr.	3	—0·0538	— 0·5576	+ 0·2291	— 1·4880	—0·08147	—0·7092
"	13	—0·0402	— 0·5304	+ 0·2220	— 1·3558	—0·07301	—0·7238
"	23	—0·0266	— 0·4979	+ 0·1950	— 1·2092	—0·06204	—0·7262
März	5	—0·0131	— 0·4586	+ 0·1408	— 1·0470	—0·04775	—0·7127
"	15	0·0000	— 0·4111	+ 0·0504	— 0·8708	—0·02915	—0·6800
"	25	+0·0123	— 0·3539	— 0·0865	— 0·6867	—0·00526	—0·6246
April	4	+0·0232	— 0·2858	— 0·2755	— 0·5101	+0·02426	—0·5457
"	14	+0·0313	— 0·2078	— 0·5054	— 0·3665	+0·05764	—0·4459
"	24	+0·0353	— 0·1247	— 0·7309	— 0·2774	+0·08905	—0·3304
Mai	4	+0·0346	— 0·0465	— 0·8746	— 0·2477	+0·10898	—0·2032
"	14	+0·0285	+ 0·0125	— 0·8765	— 0·2183	+0·10996	—0·0613
"	24	+0·0185	+ 0·0393	— 0·7447	— 0·1279	+0,09247	+0·0971
Juni	3	+0·0067	+ 0·0259	— 0·5345	+ 0·0557	+0·06269	+0·2662
"	13	—0·0051	— 0·0302	— 0·3034	+ 0·3262	+0·02733	+0·4330
"	23	—0·0152	— 0·1288	— 0·0849	+ 0·6653	—0·00948	+0·5865
Juli	3	—0·0225	— 0·2680	+ 0·1044	+ 1·0526	—0·04552	+0·7186
"	13	—0·0262	— 0·4461	+ 0·2603	+ 1·4748	—0·08008	+0·8249
"	23	—0·0256	— 0·6611	+ 0·3820	+ 1·9229	—0·11290	+0·9036
Aug.	2	—0·0201	— 0·9113	+ 0·4708	+ 2·3908	—0·14404	+0·9541
"	12	—0·0095	— 1·1957	+ 0·5284	+ 2·8761	—0·17367	+0·9779
"	22	+0·0066	— 1·5127	+ 0·5564	+ 3·3775	—0·20201	+0·9758
* Sept.	1	+0·0286	— 1·8613	+ 0·5557	+ 3·8943	—0·22926	+0·9491
"	11	+0·0568	— 2·2401	+ 0·5265	+ 4·4264	—0·25552	+0·9001
"	21	+0·0913	— 2·6478	+ 0·4686	+ 4·9737	—0·28089	+0·8309
Oct.	1	+0·1323	— 3·0829	+ 0·3816	+ 5·5360	—0·30546	+0·7437
"	11	+0·1800	— 3·5434	+ 0·2645	+ 6·1132	—0·32927	+0·6411
"	21	+0·2344	— 4·0273	+ 0·1164	+ 6·7047	—0·35232	+0·5260
"	31	+0·2958	— 4·5321	— 0·0641	+ 7·3100	—0·37463	+0·4014
Nov.	10	+0·3638	— 5·0557	— 0·2781	+ 7·9284	—0·39621	+0·2705
"	20	+0·4382	— 5·5936	— 0·5271	+ 8·5576	—0·41698	+0·1372
"	30	+0·5190	— 6·1423	— 0·8126	+ 9·1955	—0·43686	+0·0050
Dec.	10	+0·6055	— 6·6974	— 1·1353	+ 9·8393	—0·45579	—0·1216
* "	20	+0·6974	— 7·2551	— 1·4962	+10·4861	—0·47367	—0·2387
"	30	+0·7939	— 7·8022	— 1·8916	+11·1370	—0·49048	—0·3392
1859 Jän.	9	+0·8944	— 8·3454	— 2·3306	+11·7761	—0·50587	—0·4230
"	19	+0·9977	— 8·8722	— 2·8080	+12·4035	—0·51982	—0·4827
"	29	+1·1028	— 9·3763	— 3·3226	+13·0141	—0·53222	—0·5128
Febr.	8	+1·2083	— 9·8508	— 3·8727	+13·6014	—0·54294	—0·5100
"	18	+1·3133	—10·2884	— 4·4557	+14·1583	—0·55185	—0·4700
"	28	+1·4156	—10·6832	— 5·0683	+14·6783	—0·55887	—0·3898
März	10	+1·5144	—11·0284	— 5·7063	+15·1547	—0·56390	—0·2654
"	20	+1·6079	—11·3187	— 6·3646	+15·5816	—0·56689	—0·0958
"	30	+1·6947	—11·5489	— 7·0372	+15·9528	—0·56779	+0·1217
April	9	+1·7734	—11·7149	— 7·7178	+16·2623	—0·56655	+0·3867
"	19	+1·8425	—11·8127	— 8·4002	+16·5040	—0,56314	+0·7003
* "	29	+1·8995	—11·8127	— 9·0666	+16·6948	—0·55782	+1·0644
Mai	9	+1·9457	—11·7692	— 9·7299	+16·7916	—0·55036	+1·4664
"	19	+1·9797	—11·6557	—10·3718	+16·8124	—0·54097	+1·9070
"	29	+2·0001	—11·4738	—10·9851	+16·7538	—0·52973	+2·3840

Datum	10 $di:dt$	10 $d\Omega:dt$	10 $d\varphi:dt$	10 $d\pi:dt$	100 $d\mu:dt$	10 $dL:dt$
59 Juni 8	+2″0076	−11″2282	−11″5645	+16″6205	−0″51684	+ 2″8905
„ 18	+2·0020	−10·9251	−12·1058	+16·4182	−0·50267	+ 3·4204
„ 28	+1·9837	−10·5685	−12·6025	+16·1473	−0·48732	+ 3·9677
Juli 8	+1·9529	−10·1640	−13·0501	+15·8109	−0·47091	+ 4·5265
„ 18	+1·9102	− 9·7176	−13·4442	+15·4135	−0·45366	+ 5·0902
„ 28	+1·8566	− 9·2365	−13·7823	+14·9608	−0·43571	+ 5·6525
Aug. 7	+1·7933	− 8·7284	−14·0640	+14·4603	−0·41735	+ 6·2080
„ 17	+1·7217	− 8·2019	−14·2904	+13·9211	−0·39885	+ 6·7502
* „ 27	+1·6403	− 7·6360	−14·4628	+13·3841	−0·38085	+ 7·2767
Sept. 6	+1·5561	− 7·0953	−14·5867	+12·7910	−0·36259	+ 7·7805
„ 16	+1·4670	− 6·5540	−14·6586	+12·1770	−0·34454	+ 8·2596
„ 26	+1·3740	− 6·0164	−14·6775	+11·5451	−0·32675	+ 8·7110
Oct. 6	+1·2783	− 5·4879	−14·6494	+10·9042	−0·30938	+ 9·1332
„ 16	+1·1816	− 4·9747	−14·5805	+10·2627	−0·29262	+ 9·5255
„ 26	+1·0846	− 4·4792	−14·4736	+ 9·6246	−0·27647	+ 9·8864
Nov. 5	+0·9883	− 4·0040	−14·3324	+ 8·9959	−0·26106	+10·2155
„ 15	+0·8932	− 3·5512	−14·1602	+ 8·3783	−0·24634	+10·5126
„ 25	+0·8001	− 3·1221	−13·9603	+ 7·7707	−0·23237	+10·7786
Dec. 5	+0·7093	− 2·7175	−13·7358	+ 7·1747	−0·21912	+11·0139
„ 15	+0·6215	− 2·3380	−13·4898	+ 6·5987	−0·20660	+11·2203
* „ 25	+0·5354	− 1·9754	−13·2265	+ 6·0574	−0·19510	+11·3967
60 Jän. 4	+0·4547	− 1·6476	−12·9503	+ 5·5243	−0·18405	+11·5497
„ 14	+0·3778	− 1·3445	−12·6622	+ 5·0125	−0·17370	+11·6782
„ 24	+0·3048	− 1·0656	−12·3638	+ 4·5221	−0·16400	+11·7835
Febr. 3	+0·2358	− 0·8098	−12·0575	+ 4·0536	−0·15493	+11·8670
„ 13	+0·1708	− 0·5765	−11·7461	+ 3·6082	−0·14649	+11·9298
„ 23	+0·1099	− 0·3644	−11·4309	+ 3·1847	−0·13863	+11·9741
März 4	+0·0530	− 0·1727	−11·1135	+ 2·7826	−0·13130	+12·0018
„ 14	0·0000	+ 0·0001	−10·7955	+ 2·4019	−0·12448	+12·0141
„ 24	−0·0492	+ 0·1547	−10·4789	+ 2·0427	−0·11820	+12·0125
April 3	−0·0947	+ 0·2927	−10·1645	+ 1·7035	−0·11238	+11·9978
„ 13	−0·1366	+ 0·4148	− 9·8511	+ 1·3838	0·10698	+11·9716
* „ 23	−0·1751	+ 0·5224	− 9·5143	+ 1·0813	−0·10216	+11·9341
Mai 3	−0·2102	+ 0·6164	− 9·2391	+ 0·7983	−0·09755	+11·8874
„ 13	−0·2422	+ 0·6979	− 8·9386	+ 0·5326	−0·09329	+11·8323
„ 23	−0·2712	+ 0·7679	− 8·6426	+ 0·2828	−0·08933	+11·7705
Juni 2	−0·2974	+ 0·8272	− 8·3517	+ 0·0486	−0·08568	+11·7021
„ 12	−0·3209	+ 0·8769	− 8·0666	− 0·1701	−0·08233	+11·6270
„ 22	−0·3418	+ 0·9176	− 7·7873	− 0·3746	−0·07924	+11·5465
Juli 2	−0·3603	+ 0·9503	− 7·5141	− 0·5660	−0·07639	+11·4626
„ 12	−0·3765	+ 0·9756	− 7·2472	− 0·7441	−0·07377	+11·3746
„ 22	−0·3907	+ 0·9943	− 6·9871	− 0·9100	−0·07138	+11·2828
Aug. 1	−0·4029	+ 1·0070	− 6·7333	− 1·0638	−0·06920	+11·1878
„ 11	−0·4132	+ 1·0142	− 6·4855	− 1·2069	−0·06718	+11·0901
* „ 21	−0·4214	+ 1·0157	− 6·2444	− 1·3432	−0·06544	+10·9891
„ 31	−0·4284	+ 1·0138	− 6·0091	− 1·4662	−0·06375	+10·8876
Sept. 10	−0·4338	+ 1·0079	− 5·7799	− 1·5800	−0·06220	+10·7846
„ 20	−0·4378	+ 0·9982	− 5·5566	− 1·6852	−0·06080	+10·6802
„ 30	−0·4404	+ 0·9853	− 5·3393	− 1·7821	−0·05952	+10·5748
Oct. 10	−0·4419	+ 0·9701	− 5·1278	− 1·8710	−0·05835	+10·4684
„ 20	−0·4422	+ 0·9524	4·9221	− 1·9525	−0·05729	+10·3614
„ 30	−0·4414	+ 0·9323	− 4·7220	− 2·0270	−0·05634	+10·2539

Datum			10 $di:dt$	10 $d\Omega:dt$	10 $d\varphi:dt$	10 $d\pi:dt$	100 $d\mu:dt$	10 $dL:dt$
1860	Nov.	9	—0"4397	+0"9104	—4"5275	—2"0949	—0"05548	+10"1460
	„	19	—0·4371	+0·8873	—4·3386	—2·1565	—0·05471	+10·0380
	„	29	—0·4337	+0·8629	—4·1552	—2·2122	—0·05402	+ 9·9300
	Dec.	9	—0·4295	+0·8372	—3·9769	—2·2623	—0·05341	+ 9·8221
	„	19	—0·4247	+0·8106	—3·8038	—2·3072	—0·05287	+ 9·7144
	„	29	—0·4192	+0·7836	—3·6358	—2·3470	—0·05239	+ 9·6070
1861	Jän.	8	—0·4132	+0·7560	—3·4727	—2·3821	—0·05198	+ 9·4999
	„	18	—0·4066	+0·7279	—3·3143	—2·4128	—0·05163	+ 9·3930
	„	28	—0·3995	+0·6996	—3·1606	—2·4393	—0·05133	+ 9·2865
	Febr.	7	—0·3920	+0·6713	—3·0115	—2·4618	—0·05108	+ 9·1806
	„	17	—0·3842	+0·6430	—2·8665	—2·4805	—0·05088	+ 9·0753
	„	27	—0·3760	+0·6147	—2·7259	—2·4958	—0·05072	+ 8·9705
	März	9	—0·3675	+0·5866	—2·5895	—2·5078	—0·05061	+ 8·8663
	„	19	—0·3588	+0·5587	—2·4573	—2·5167	—0·05054	+ 8·7626
	„	29	—0·3498	+0·5313	—2·3292	—2·5224	—0·05050	+ 8·6595
	April	8	—0·3406	+0·5045	—2·2050	—2·5254	—0·05050	+ 8·5569
	* „	18	—0·3313	+0·4784	—2·0859	—2·5304	—0·05069	+ 8·4538
	„	28	—0·3219	+0·4526	—1·9694	—2·5284	—0·05075	+ 8·3526
	Mai	8	—0·3125	+0·4274	—1·8566	—2·5241	—0·05084	+ 8·2521
	„	18	—0·3030	+0·4029	—1·7474	—2·5175	—0·05096	+ 8·1522
	„	28	—0·2934	+0·3790	—1·6417	—2·5089	—0·05111	+ 8·0529
	Juni	7	—0·2838	+0·3558	—1·5393	—2·4984	—0·05128	+ 7·9544
	„	17	—0·2742	+0·3334	—1·4402	—2·4861	—0·05147	+ 7·8566
	„	27	—0·2646	+0·3117	—1·3443	—2·4721	—0·05169	+ 7·7596
	Juli	7	—0·2550	+0·2908	—1·2516	—2·4566	—0·05193	+ 7·6630
	„	17	—0·2455	+0·2707	—1·1620	—2·4397	—0·05219	+ 7·5671
	„	27	—0·2361	+0·2514	—1·0754	—2·4216	—0·05248	+ 7·4718
	Aug.	6	—0·2268	+0·2329	—0·9918	—2·4023	—0·05279	+ 7·3772
	„	16	—0·2176	+0·2152	—0·9112	—2·3818	—0·05311	+ 7·2831
	„	26	—0·2086	+0·1984	—0·8334	—2·3603	—0·05346	+ 7·1896
	Sept.	5	—0·1998	+0·1823	—0·7586	—2·3378	—0·05382	+ 7·0967
	„	15	—0·1911	+0·1670	—0·6865	—2·3145	—0·05421	+ 7·0044
	„	25	—0·1826	+0·1525	—0·6170	—2·2904	—0·05461	+ 6·9126
	Oct.	5	—0·1743	+0·1388	—0·5501	—2·2657	—0·05503	+ 6·8213
	„	15	—0·1662	+0·1258	—0·4858	—2·2405	—0·05547	+ 6·7305
	„	25	—0·1583	+0·1136	—0·4240	—2·2147	—0·05593	+ 6·6402
	Nov.	4	—0·1506	+0·1022	—0·3648	—2·1885	—0·05641	+ 6·5505
	„	14	—0·1432	+0·0915	—0·3081	—2·1620	—0·05691	+ 6·4613
	„	24	—0·1360	+0·0815	—0·2537	—2·1353	—0·05743	+ 6·3725
	Dec.	4	—0·1291	+0·0722	—0·2017	—2·1084	—0·05797	+ 6·2842
	* „	14	—0·1226	+0·0636	—0·1518	—2·0824	—0·05858	+ 6·1946
	„	24	—0·1163	+0·0556	—0·1046	—2·0555	—0·05916	+ 6·1071
1862	Jän.	3	—0·1103	+0·0482	—0·0597	—2·0287	—0·05977	+ 6·0199
	„	13	—0·1046	+0·0414	—0·0170	—2·0020	—0·06039	+ 5·9330
	„	23	—0·0992	+0·0351	+0·0236	—1·9755	—0·06104	+ 5·8464
	Febr.	2	—0·0941	+0·0293	+0·0621	—1·9493	—0·06171	+ 5·7600
	„	12	—0·0894	+0·0240	+0·0985	—1·9234	—0·06241	+ 5·6738
	„	22	—0·0849	+0·0191	+0·1329	—1·8980	—0·06313	+ 5·5877
	März	4	—0·0808	+0·0147	+0·1653	—1·8730	—0·06387	+ 5·5018
	„	14	—0·0770	+0·0106	+0·1958	—1·8486	—0·06464	+ 5·4160
	„	24	—0·0736	+0·0069	+0·2243	—1·8249	—0·06544	+ 5·3303

Datum		$10\,di:dt$	$10\,d\Omega:dt$	$10\,d\varphi:dt$	$10\,d\pi:dt$	$100\,d\mu:dt$	$10\,dL:dt$
62 April	3	—0"0705	+0"0034	+0"2509	—1"8019	—0"06627	+5"2447
„	13	—0·0677	+0·0002	+0·2757	—1·7798	—0·06713	+5·1590
„	23	—0·0653	—0·0028	+0·2986	—1·7586	—0·06802	+5·0733
Mai	3	—0·0633	—0·0057	+0·3197	—1·7383	—0·06895	+4·9874
„	13	—0·0617	—0·0085	+0·3391	—1·7191	—0·06992	+4·9014
„	23	—0·0604	—0·0112	+0·3566	—1·7011	—0·07093	+4·8152
Juni	2	—0·0596	—0·0140	+0·3724	—1·6844	—0·07198	+4·7288
„	12	—0·0591	—0·0168	+0·3864	—1·6691	—0·07307	+4·6420
„	22	—0·0590	—0·0198	+0·3988	—1·6552	—0·07420	+4·5548
Juli	2	—0·0593	—0·0230	+0·4096	—1·6428	—0·07538	+4·4671
„	12	—0·0600	—0·0265	+0·4189	—1·6320	—0·07661	+4·3789
„	22	—0·0610	—0·0302	+0·4268	—1·6228	—0·07789	+4·2901
Aug.	1	—0·0624	—0·0344	+0·4333	—1·6153	—0·07922	+4·2006
* „	11	—0·0640	—0·0390	+0·4392	—1·6092	—0·08062	+4·1089
„	21	—0·0662	—0·0442	+0·4425	—1·6059	—0·08208	+4·0173
„	31	—0·0689	—0·0500	+0·4446	—1·6046	—0·08360	+3·9251
Sept.	10	—0·0718	—0·0565	+0·4457	—1·6055	—0·08518	+3·8316
„	20	—0·0751	—0·0638	+0·4453	—1·6087	—0·08683	+3·7369
„	30	—0·0788	—0·0720	+0·4439	—1·6141	—0·08855	+3·6408
Oct.	10	—0·0828	—0·0812	+0·4413	—1·6221	—0·09035	+3·5432
„	20	—0·0873	—0·0914	+0·4375	—1·6330	—0·09224	+3·4437
„	30	—0·0921	—0·1029	+0·4328	—1·6467	—0·09422	+3·3423
Nov.	9	—0·0972	—0·1156	+0·4272	—1·6631	—0·09627	+3·2390
„	19	—0·1025	—0·1298	+0·4209	—1·6824	—0·09842	+3·1335
„	29	—0·1082	—0·1455	+0·4138	—1·7050	—0·10067	+3·0254
Dec.	9	—0·1142	—0·1629	+0·4060	—1·7307	—0·10302	+2·9147
„	19	—0·1204	—0·1819	+0·3979	—1·7592	—0·10545	+2·8011
„	29	—0·1269	—0·2027	+0·3894	—1·7910	—0·10799	+2·6844
63 Jän.	8	—0·1336	—0·2257	+0·3805	—1·8264	—0·11063	+2·5643
„	18	—0·1404	—0·2508	+0·3713	—1·8653	—0·11338	+2·4405
„	28	—0·1474	—0·2782	+0·3621	—1·9074	—0·11623	+2·3127
Febr.	7	—0·1544	—0·3079	+0·3532	—1·9533	—0·11919	+2·1800
„	17	—0·1614	—0·3401	+0·3443	—2·0021	—0·12223	+2·0435
„	27	—0·1684	—0·3749	+0·3359	—2·0540	—0·12535	+1·9023
März	9	—0·1753	—0·4124	+0·3282	—2·1089	—0·12855	+1·7561
„	19	—0·1819	—0·4527	+0·3213	—2·1662	—0·13180	+1·6047
„	29	—0·1883	—0·4957	+0·3154	—2·2256	—0·13507	+1·4478
April	8	—0·1942	—0·5415	+0·3105	—2·2865	—0·13832	+1·2853
„	18	—0·1996	—0·5904	+0·3067	—2·3489	—0·14154	+1·1167
„	28	—0·2043	—0·6419	+0·3042	—2·4111	—0·14466	+0·9424
Mai	8	—0·2080	—0·6959	+0·3034	—2·4718	—0·14755	+0·7623
„	18	—0·2108	—0·7519	+0·3038	—2·5296	—0·15018	+0·5769
„	28	—0·2123	—0·8100	+0·3055	—2·5824	—0·15238	+0·3859
Juni	7	—0·2122	—0·8690	+0·3079	—2·6288	—0·15403	+0·1911
„	17	—0·2104	—0·9274	+0·3107	—2·6649	—0·15490	—0·0052
„	27	—0·2064	—0·9871	+0·3152	—2·6871	—0·15471	—0·2016
Juli	7	—0·1998	—1·0425	+0·3139	—2·6894	—0·15309	—0·3956
„	17	—0·1906	—1·0932	+0·3113	—2·6684	—0·14971	—0·5841
„	27	—0·1785	—1·1381	+0·3017	—2·6213	—0·14415	—0·7640
Aug.	6	—0·1633	—1·1741	+0·2816	—2·5395	—0·13570	—0·9279
* „	16	—0·1446	—1·1975	+0·2464	—2·4142	—0·12369	—1·0673
„	26	—0·1220	—1·1970	+0·1912	—2·2382	—0·10716	—1·1739

Datum			10 $di:dt$	10 $d☊:dt$	10 $d\varphi:dt$	10 $d\pi:dt$	100 $d\mu:dt$	10 $dL:dt$
1863	Sept.	5	−0″0965	−1″1756	+0″1065	−2″0096	−0″08550	−1″2380
	„	15	−0·0684	−1·1251	−0·0150	−1·7258	−0·05797	−1·2484
	„	25	−0:0389	−1·0412	−0·1800	−1·3935	−0·02426	−1·1970
	Oct.	5	−0·0100	−0·9208	−0·3902	−1·0283	+0·01498	−1·0777
	„	15	+0·0158	−0·7650	−0·6356	−0·6622	+0·05737	−0·8943
	„	25	+0·0352	−0·5816	−0·8834	−0·3397	+0·09772	−0·6615
	Nov.	4	+0·0454	−0·3885	−1·0687	−0·1091	+0·12717	−0·4095
	„	14	+0·0446	−0·2107	−1·1026	+0·0105	+0·13478	−0·1734
	„	24	+0·0339	−0·0773	−0·9244	+0·0586	+0·11378	+0·0185
	Dec.	4	+0·0173	−0·0069	−0·5694	+0·1166	+0·06935	+0·1575
	„	14	0·0000	0·0000	−0·1612	+0·2339	+0·01703	+0·2446
	„	24	−0·0144	−0·0414	+0·1910	+0·3976	−0·02945	+0·2825
1864	Jän.	3	−0·0242	−0·1159	+0·4442	+0·5671	−0·06425	+0·2747
	„	13	−0·0296	−0·2062	+0·6078	+0·7156	−0·08797	+0·2291
	„	23	−0·0309	−0·3036	+0·7057	+0·8327	−0·10317	+0·1552
	Febr.	2	−0·0292	−0·4020	+0·7583	+0·9194	−0·11243	+0·0615
	„	12	−0·0249	−0·4985	+0·7881	+0·9810	−0·11773	−0·0451
	„	22	−0·0187	−0·5909	+0·7997	+1·0228	−0·12045	−0·1598
	März	3	−0·0111	−0·6785	+0·8017	+1·0499	−0·12143	−0·2787
*	„	13	−0·0023	−0·7608	+0·7982	+1·0665	−0·12130	−0·3995
	„	23	+0·0073	−0·8380	+0·7921	+1·0755	−0·12045	−0·5211
	April	2	+0·0174	−0·9100	+0·7843	+1·0795	−0·11916	−0·6419
	„	12	+0·0280	−0·9768	+0·7761	+1·0801	−0·11758	−0·7611
	„	22	+0·0390	−1·0386	+0·7679	+1·0787	−0·11581	−0·8784
	Mai	2	+0·0501	−1·0957	+0·7600	+1·0763	−0·11396	−0·9935
	„	12	+0·0614	−1·1484	+0·7524	+1·0735	−0·11207	−1·1064
	„	22	+0·0727	−1·1968	+0·7451	+1·0708	−0·11017	−1·2168
	Juni	1	+0·0839	−1·2411	+0·7380	+1·0687	−0·10827	−1·3248
	„	11	+0·0950	−1·2815	+0·7312	+1·0674	−0·10641	−1·4303
	„	21	+0·1060	−1·3182	+0·7247	+1·0671	−0·10460	−1·5335
*	Juli	1	+0·1168	−1·3514	+0·7182	+1·0679	−0·10283	−1·6343
	„	11	+0·1276	−1·3813	+0·7115	+1·0699	−0·10111	−1·7328
	„	21	+0·1380	−1·4070	+0·7046	+1·0731	−0·09945	−1·8291
	„	31	+0·1482	−1·4315	+0·6975	+1·0775	−0·09783	−1·9232
	Aug.	10	+0·1581	−1·4521	+0·6901	+1·0831	−0·09626	−2·0152
	„	20	+0·1677	−1·4700	+0·6823	+1·0898	−0·09474	−2·1053
	„	30	+0·1770	−1·4852	+0·6740	+1·0977	−0·09327	−2·1934
	Sept.	9	+0·1860	−1·4979	+0·6652	+1·1067	−0·09184	−2·2797
	„	19	+0·1948	−1·5081	+0·6558	+1·1168	−0·09045	−2·3641
	„	29	+0·2032	−1·5160	+0·6458	+1·1278	−0·08910	−2·4467
	Oct.	9	+0·2112	−1·5217	+0·6351	+1·1398	−0·08779	−2·5276
	„	19	+0·2189	−1·5252	+0·6236	+1·1526	−0·08652	−2·6070
	„	29	+0·2263	−1·5266	+0·6115	+1·1662	−0·08528	−2·6847
	Nov.	8	+0·2333	−1 5261	+0·5986	+1·1805	−0·08407	−2·7607
	„	18	+0·2399	−1·5236	+0·5849	+1·1954	−0·08289	−2·8352
	„	28	+0·2461	−1·5193	+0·5703	+1·2109	−0·08173	−2·9082
	Dec.	8	+0·2520	−1·5132	+0·5550	+1·2270	−0·08060	−2·9797
	„	18	+0·2575	−1·5054	+0·5388	+1·2435	−0·07949	−3·0497
	„	28	+0·2626	−1·4960	+0·5218	+1·2605	−0·07841	−3·1183
1865	Jän.	7	+0·2674	−1·4852	+0·5039	+1·2778	−0·07735	−3·1856
	„	17	+0·2718	−1·4729	+0·4851	+1·2955	−0·07631	−3·2515
*	Äquinoct.		+0·0081	−0·0043	0·0000	+0·0008	0·00000	+0·0008

Datum		10 $di:dt$	10 $d\Omega:dt$	10 $d\varphi:dt$	10 $d\pi:dt$	100 $d\mu:dt$	10 $dL:dt$
65 Jän.	27	+0"2757	—1"4586	+0"4657	+1"3130	—0"07528	—3"3166
Febr.	6	+0·2792	—1·4435	+0·4451	+1·3310	—0·07428	—3·3798
„	16	+0·2824	—1·4271	+0·4237	+1·3491	—0·07329	—3·4416
„	26	+0 2852	—1·4094	+0·4014	+1·3672	—0·07232	—3·5021
März	8	+0·2876	—1·3906	+0·3783	+1·3854	—0·07136	—3·5614
„	18	+0·2896	—1·3707	+0·3543	+1·4035	—0·07041	—3·6193
„	28	+0·2912	—1·3497	+0·3294	+1·4215	—0·06948	—3·6760
April	7	+0·2924	—1·3277	+0·3037	+1·4394	—0·06855	—3·7314
„	17	+0·2933	—1·3047	+0·2772	+1·4571	—0·06764	—3·7856
„	27	+0·2937	—1·2808	+0·2498	+1·4745	—0·06674	—3·8385
Mai	7	+0·2938	—1·2560	+0 2216	+1·4917	—0·06585	—3·8902
„	17	+0·2934	—1·2304	+0·1926	+1·5086	—0·06498	—3·9406
„	27	+0·2927	—1·2041	+0·1627	+1·5251	—0·06411	—3·9897
Juni	6	+0·2916	—1·1770	+0·1321	+1·5412	—0·06325	—4·0376
„	16	+0·2902	—1·1493	+0·1007	+1·5568	—0·06239	—4·0842
„	26	+0·2884	—1·1210	+0·0685	+1·5719	—0·06155	—4·1296
Juli	6	+0·2862	—1·0920	+0·0356	+1·5865	—0·06071	—4·1737
„	16	+0·2836	—1·0624	+0·0020	+1·6006	—0·05988	—4·2167
„	26	+0·2806	—1·0324	—0,0323	+1·6141	—0·05906	—4·2584
Aug.	5	+0·2773	—1·0020	—0·0673	+1·6270	—0·05824	—4·2989
„	15	+0·2736	—0·9712	—0·1030	+1·6392	—0·05743	—4·3381
„	25	+0·2696	—0·9400	—0·1393	+1·6507	—0·05663	—4·3762
Sept.	4	+0·2652	—0·9084	—0·1763	+1·6614	—0·05583	—4·4130
„	14	+0·2605	—0·8765	—0·2139	+1·6714	—0·05504	—4·4485
„	24	+0·2554	—0·8444	—0·2521	+1·6805	—0·05425	—4·4828
Oct.	4	+0·2500	—0·8121	—0·2908	+1·6888	—0·05347	—4·5158
„	14	+0·2442	—0·7796	—0·3301	+1·6963	—0·05269	—4·5475
„	24	+0·2381	—0·7470	—0·3699	+1·7029	—0·05192	—4·5778
* Nov.	3	+0·2317	—0·7137	—0·4098	+1·7092	—0·05119	—4·6067
„	13	+0·2250	—0·6809	—0·4505	+1·7140	—0·05043	—4·6346
„	23	+0·2179	—0·6481	—0·4917	+1·7179	—0·04968	—4·6613
Dec.	3	+0·2105	—0·6153	—0·5333	+1·7209	—0·04893	—4·6867
„	13	+0·2028	—0·5826	—0·5754	+1·7229	—0·04819	—4·7108
„	23	+0·1948	—0·5500	—0·6178	+1·7238	—0·04746	—4·7336
66 Jän.	2	+0·1866	—0·5175	—0·6606	+1·7237	—0·04673	—4·7551
„	12	+0·1780	—0·4852	—0·7037	+1·7225	—0·04601	—4·7753
„	22	+0·1692	—0·4530	—0·7472	+1·7203	—0·04530	—4·7942
Febr.	1	+0·1601	—0·4211	—0·7909	+1·7170	—0·04459	—4·8118
„	11	+0·1507	—0·3895	—0·8349	+1·7125	—0·04389	—4·8281
„	21	+0·1411	—0·3581	—0 8791	+1·7069	—0·04319	—4·8431
März	3	+0·1312	—0·3271	—0·9234	+1·7001	—0·04250	—4·8568
„	13	+0·1211	—0·2961	—0·9679	+1·6922	—0·04182	—4·8693
„	23	+0·1108	—0·2662	—1·0126	+1·6831	—0·04115	—4·8805
April	2	+0·1002	—0·2364	—1·0574	+1·6729	—0·04048	—4·8904
„	12	+0·0894	—0·2070	—1·1022	+1·6614	—0·03982	—4·8989
„	22	+0·0784	—0·1781	—1·1470	+1·6487	—0·03917	—4·9059
Mai	2	+0·0672	—0·1498	—1·1919	+1·6348	—0·03852	—4·9116
„	12	+0·0558	—0·1220	—1·2368	+1·6197	—0·03788	—4·9160
„	22	+0 0442	—0·0948	—1·2816	+1 6034	—0·03725	—4·9191

Datum			10 $di:dt$	10 $d\Omega:dt$	10 $d\varphi:dt$	10 $d\pi:dt$	100 $d\mu:dt$	10 $dL:dt$
1866	Juni	1	+0"0324	−0"0682	−1"3264	+1"5859	−0"03663	−4"9210
	"	11	+0·0205	−0·0422	−1·3710	+1·5671	−0·03602	−4·9216
*	"	21	+0·0084	−0·0169	−1·4155	+1·5471	−0·03542	−4·9209
	Juli	1	−0·0039	+0·0076	−1·4596	+1·5267	−0·03487	−4·9188
	"	11	−0·0162	+0·0315	−1·5037	+1·5041	−0·03429	−4·9155
	"	21	−0·0287	+0·0546	−1·5475	+1·4803	−0·03372	−4·9108
	"	31	−0·0413	+0·0770	−1·5910	+1·4552	−0·03316	−4·9048
	Aug.	10	−0·0540	+0·0985	−1·6342	+1·4289	−0·03260	−4·8974
	"	20	−0·0668	+0·1192	−1·6771	+1·4012	−0·03206	−4·8886
	"	30	−0·0796	+0·1390	−1·7196	+1·3723	−0·03153	−4·8785
	Sept.	9	−0·0926	+0·1580	−1·7617	+1·3421	−0·03101	−4·8671
	"	19	−0·1056	+0·1761	−1·8033	+1·3107	−0·03051	−4·8545
	"	29	−0·1186	+0·1933	−1·8445	+1·2780	−0·03002	−4·8407
	Oct.	9	−0·1317	+0·2096	−1·8851	+1·2441	−0·02954	−4·8257
	"	19	−0·1448	+0·2243	−1·9252	+1·2090	−0·02907	−4·8094
	"	29	−0·1580	+0·2393	−1·9647	+1·1727	−0·02862	−4·7918
	Nov.	8	−0·1712	+0·2527	−2·0035	+1·1352	−0·02818	−4·7729
	"	18	−0·1843	+0·2651	−2·0417	+1·0964	−0·02775	−4·7528
	"	28	−0·1974	+0·2765	−2·0792	+1·0565	−0·02733	−4·7315
	Dec.	8	−0·2105	+0·2868	−2·1160	+1·0154	−0·02694	−4·7089
	"	18	−0·2235	+0·2961	−2·1520	+0·9731	−0·02656	−4·6852
	"	28	−0·2365	+0·3043	−2·1872	+0·9297	−0·02619	−4·6603
1867	Jän.	7	−0·2493	+0·3114	−2·2216	+0·8852	−0·02584	−4·6342
	"	17	−0·2621	+0·3175	−2·2550	+0·8395	−0·02550	−4·6070
	"	27	−0·2747	+0·3225	−2·2875	+0·7928	−0·02518	−4·5786
	Febr.	6	−0·2873	+0·3264	−2·3191	+0·7450	−0·02488	−4·5491
	"	16	−0·2997	+0·3292	−2·3497	+0·6962	−0·02460	−4·5183
*	"	26	−0·3120	+0·3308	−2·3793	+0·6475	−0·02436	−4·4863
	März	7	−0·3241	+0·3313	−2·4078	+0·5967	−0·02412	−4·4535
	"	17	−0·3361	+0·3308	−2·4352	+0·5449	−0·02389	−4·4196
	"	27	−0·3479	+0·3291	−2·4615	+0·4922	−0·02368	−4·3847
	April	7	−0·3596	+0·3264	−2·4866	+0·4386	−0·02349	−4·3487
	"	17	−0·3711	+0·3225	−2·5105	+0·3841	−0·02332	−4·3118
	"	27	−0·3823	+0·3175	−2·5332	+0·3288	−0·02317	−4·2739
	Mai	7	−0·3933	+0·3114	−2·5546	+0·2727	−0·02303	−4·2350
	.	17	−0·4040	+0·3042	−2·5747	+0·2159	−0·02292	−4·1953
	"	27	−0·4145	+0·2959	−2·5935	+0·1583	−0·02283	−4·1547
	Juni	6	−0·4247	+0·2866	−2·6109	+0·1001	−0·02277	−4·1133
	"	16	−0·4346	+0·2761	−2·6269	+0·0412	−0·02273	−4·0710
	"	26	−0·4442	+0·2645	−2·6414	−0·0183	−0·02270	−4·0279
	Juli	6	−0·4535	+0·2519	−2·6544	−0·0784	−0·02270	−3·9840
	"	16	−0·4625	+0·2382	−2·6660	−0·1389	−0·02271	−3·9393
	"	26	−0·4711	+0·2235	−2·6760	−0·1999	−0·02275	−3·8939
	Aug.	5	−0·4794	+0·2078	−2·6844	−0·2612	−0·02282	−3·8478
	"	15	−0·4873	+0·1911	−2·6913	−0·3229	−0·02291	−3·8011
	"	25	−0·4949	+0·1735	−2·6965	−0·3849	−0·02303	−3·7538
	Sept.	4	−0·5021	+0·1549	−2·7000	−0·4471	−0·02317	−3·7059
	"	14	−0·5089	+0·1354	−2·7019	−0·5094	−0·02334	−3·6575
	"	24	−0·5153	+0·1150	−2·7021	−0·5719	−0·02353	−3·6085
	Oct.	4	−0·5212	+0·0937	−2·7005	−0·6344	−0·02374	−3·5591
	"	14	−0·5267	+0·0716	−2·6972	−0·6969	−0·02398	−3·5092
*	"	24	−0·5313	+0·0486	−2·6923	−0·7590	−0·02428	−3·4590

Datum		$10\, di : dt$	$10\, d\Omega : dt$	$10\, d\varphi : dt$	$10\, d\pi : dt$	$100\, d\mu : dt$	$10\, dL : dt$
67 Nov.	4	—0·5359	+0·0249	—2·6852	—0·8214	—0·02456	—3·4083
„	14	—0·5401	+0·0004	—2·6764	—0·8835	—0·02487	—3·3574
„	24	—0·5437	—0·0248	—2·6658	—0·9453	—0·02521	—3·3064
Dec.	3	—0·5469	—0·0506	—2·6534	—1·0067	—0·02558	—3·2553
„	13	—0·5495	—0·0770	—2·6391	—1·0676	—0·02597	—3·2038
„	23	—0·5517	—0·1040	—2·6228	—1·1280	—0·02638	—3·1521
68 Jän.	2	—0·5534	—0·1315	—2·6045	—1·1879	—0·02682	—3·1004
„	12	—0·5545	—0·1595	—2·5843	—1·2470	—0·02728	—3·0486
„	22	—0·5551	—0·1880	—2·5620	—1·3052	—0·02776	—2·9967
Febr.	1	—0·5551	—0·2169	—2·5378	—1·3626	—0·02827	—2·9449
„	11	—0·5546	—0·2461	—2·5117	—1·4191	—0·02880	—2·8932
„	21	—0·5535	—0·2755	—2·4836	—1·4746	—0·02936	—2·8416
März	2	—0·5519	—0·3052	—2·4536	—1·5287	—0·02993	—2·7905
„	12	—0·5498	—0·3350	—2·4216	—1·5815	—0·03052	—2·7396
„	22	—0·5470	—0·3649	—2·3875	—1·6331	—0·03114	—2·6889
April	1	—0·5437	—0·3949	—2·3514	—1·6832	—0·03177	—2·6385
„	11	—0·5397	—0·4249	—2·3134	—1·7316	—0·03242	—2·5885
• „	21	—0·5350	—0·4547	—2·2737	—1·7787	—0·03308	—2·5395
Mai	1	—0·5299	—0·4844	—2·2317	—1·8236	—0·03376	—2·4905
„	11	—0·5243	—0·5138	—2·1879	—1·8665	—0·03444	—2·4421
„	21	—0·5181	—0·5429	—2 1423	—1·9072	—0·03513	—2·3944
„	31	—0·5113	—0·5717	—2·0949	—1·9458	—0·03582	—2·3475
Juni	10	—0·5039	—0·6000	—2·0456	—1·9821	—0·03652	—2·3010
„	20	—0·4960	—0·6277	—1·9944	—2·0160	—0·03723	—2·2552
„	30	—0·4875	—0·6549	—1·9414	—2·0470	—0·03792	—2·2101
Juli	10	—0·4783	—0·6813	—1·8868	—2·0752	—0·03861	—2·1658
„	20	—0·4686	0·7069	—1·8305	—2·1004	—0·03928	—2·1223
„	30	0·4584	0·7316	—1·7727	—2·1226	—0·03994	—2·0797
Aug.	9	—0·4476	—0·7554	—1·7134	—2·1415	—0·04057	—2·0381
„	19	—0·4363	—0·7781	—1·6527	—2·1570	—0·04116	1·9975
„	29	—0·4245	—0·7997	—1·5907	—2·1689	—0·04171	—1·9578
Sept.	8	—0·4121	—0·8200	—1·5274	—2·1770	—0·04222	—1·9189
„	18	—0·3992	—0·8390	—1·4631	—2·1810	—0·04267	—1·8810
„	28	—0·3859	—0·8566	—1·3978	—2·1808	—0·04305	—1·8439
Oct.	8	—0·3720	—0·8726	—1·3317	—2·1762	—0·04335	—1·8076
„	18	—0·3577	—0·8870	—1·2649	—2·1669	—0·04354	—1·7721
„	28	—0·3430	—0·8996	—1·1978	—2·1527	—0·04362	—1·7374
• Nov.	7	—0·3276	—0·9104	—1·1303	—2·1343	—0·04360	—1·7032
„	17	—0·3120	—0·9193	—1·0630	—2·1095	—0·04339	—1·6697
„	27	—0·2960	—0·9261	—0·9960	—2·0791	—0·04299	—1·6366
Dec.	7	—0·2796	—0·9306	—0·9296	—2·0428	—0·04238	—1·6037
„	17	—0·2629	—0·9328	—0·8642	—2·0001	—0·04152	1·5707
„	27	—0·2459	—0·9325	—0·8002	—1·9507	—0·04038	—1·5375
69 Jän.	6	—0·2285	—0·9295	—0·7381	—1·8941	—0·03888	—1·5035
„	16	—0·2108	0·9236	—0·6784	—1·8299	—0·03698	—1·4683
„	26	—0·1929	—0·9146	—0·6219	—1·7575	—0·03460	—1·4313
Febr.	5	—0·1748	—0·9023	—0·5694	—1·6766	0·03168	—1·3923
„	15	—0·1564	—0·8863	—0·5220	—1·5864	0·02807	—1·3502
„	25	—0·1378	—0·8663	0·4808	—1·4864	—0·02367	—1·3043
• März	7	—0·1190	—0·8418	—0·4472	—1·3754	—0·01830	—1·2530
„	17	—0·1002	—0·8121	—0·4236	—1·2537	—0·01178	1·1958
„	27	—0·5313	—0·7774	—0·4122	—1·1203	—0·00386	—1·1308

Datum		$10\,di:dt$	$10\,d☊:dt$	$10\,d\varphi:dt$	$10\,d\pi:dt$	$100\,d\mu:dt$	$10\,dL:dt$
1869 April	6	−0"0627	−0"7359	−0"4162	−0"9750	+0"00577	−1"0564
„	16	−0·0441	−0·6869	−0·4387	−0·8186	+0·01742	−0·9706
„	26	−0·0261	−0·6296	−0·4844	−0·6528	+0·03147	−0·8718
Mai	6	−0·0088	−0·5626	−0·5573	−0·4819	+0·04821	−0·7564
„	16	+0·0070	−0·4845	−0·6590	−0·3143	+0·06757	−0·6296
„	26	+0·0206	−0·3951	−0·7846	−0·1639	+0·08863	−0·4866
Juni	5	+0·0308	−0·2955	−0·9139	−0·0496	+0·10860	−0·3341
„	15	+0·0358	−0·1907	−0·9993	+0·0145	+0·12156	−0·1788
„	25	+0·0340	−0·0924	−0·9714	+0·0396	+0·11912	−0·0264
Juli	5	+0·0247	−0·0190	−0·7758	+0·0794	+0·09479	+0·1219
„	15	+0·0088	+0·0081	−0·4283	+0·2028	+0·05008	+0·2642
„	25	−0·0112	−0·0289	−0·0029	+0·4417	−0·00648	+0·3897
Aug.	4	−0·0322	−0·1403	+0·4249	+0·7787	−0·06582	+0·4792
„	14	−0·0514	−0·3313	+0·8143	+1·1759	−0·12267	+0·5149
„	24	−0·0665	−0·6039	+1·1545	+1·6041	−0·17505	+0·4852
Sept.	3	−0·0755	−0·9597	+1·4490	+2·0390	−0·22282	+0·3837
„	13	−0·0768	−1·3997	+1·7054	+2·4690	−0·26635	+0·2079

Was nun die oben in der Zeile „Äquinoct.“ aufgenommenen Werthe anlangt, so sind dieselben in der folgenden Weise erhalten worden. Bezeichnet man mit $\Delta☊$ und Δi die von der Osculationsepoche bis zum Wechsel der Äquinoctien angewachsenen Störungen im Knoten und in der Neigung, und berechnet sich π und Π nach den Ausdrücken

$$\pi = (0"4795)\,(t_1 - t_0)$$
$$\Pi = 173°0' + 32"8\,(t_0 - 1850) - 8"7\,(t_1 - t_0)$$

in welchen t_0 die Epoche des vorangehenden, t_1 die des nachfolgenden Äquinoctium in der Jahreszahl vorstellt, so sind mit genügender Annäherung die wegen der Präcession erforderlichen Correctionen im Knoten ($\partial☊$) in der Neigung (∂i) und in der Länge des Perihels ($\partial\pi$)

$$\partial☊ = \operatorname{cotg} i \cos(☊ - \Pi)\,\pi \sin 1''\,\Delta☊ - \frac{\sin(☊ - \Pi)}{\sin^2 i}\,\pi \sin 1''\,\Delta i$$
$$\partial i = \sin(☊ - \Pi)\,\pi \sin 1''\,\Delta☊$$
$$\partial\pi = -\operatorname{tg} {}^1/_2 i \cos(☊ - \Pi)\,\pi \sin 1''\,\Delta☊ - \frac{\sin(☊ - \Pi)}{2\cos^2 \frac{1}{2} i}\,\pi \sin 1''\,\Delta i$$

Integrirt man nun die obigen Werthe zwischen den Grenzen 1858 Mai 2·0739 und 1869 Juni 29·9785, so erhält man die

r unten folgenden Störungswerthe durch Jupiter, unter
e ich überdiess die nach meiner oben Eingangs citirten
ı Abhandlung über diesen Kometen folgenden Saturn-
agen angesetzt habe. Die Störungswerthe selbst sind:

	Δi	$\Delta \Omega$	$\Delta \varphi$	$\Delta \pi$
ıpiter	+11"28	—7'50"22	—15'20"03	+7'19"44
aturn	+0·66	—9·00	—2·13	—17·37

	ΔM	$\Delta \mu$	Masse
Jupiter	—3°21'7"294	—4"07787	1 : 1049
Saturn	—13·290	—0·00660	1 : 3501·6

Verbindung der beiden Erscheinungen in den Jahren 1858 und 1869.

Bei der Verbindung der beiden Erscheinungen in den Jahren und 1869 wird die grösste Strenge nicht erforderlich sein, a die vernachlässigten Störungen der übrigen Planeten, auch an sich nicht sehr bedeutend, doch immerhin von barem Einfluss sein werden; trotzdem habe ich die Bahn enau, als es das vorhandene Material gestattet, abgeleitet, nur die geringen Störungen innerhalb einer Erscheinung t übergangen. Der Rechnung selbst legte ich die folgenden ente zu Grunde.

Epoche = 1858. Mai 1·0 mittl. Berl. Zeit.
mittl. Äquinoctium 1858·0
Osculation = 1858 Mai 2·07389

$M = 359°48'34"06$
$\pi = 275\ 38\ 45·00$
$\Omega = 113\ 31\ 57·70$
$i = 10\ 48\ \ 6·30$
$\varphi = 49\ \ 0\ 42·70$
$\mu = 638"7396324$

Rücksicht auf die obigen Störungswerthe erhält man aus n Elementen auch die folgenden Werthe:

Oppolzer.

Epoche = 1869, Juni 30·0 mittl. Berl. Zeit.
mittl. Äquinoctium: 1869·0
Osculation = 1869 Juni 29·97855

$M = 0° \; 0' \; 13''61$
$\pi = 275 \; 55 \; 0·11$
$\Omega = 113 \; 32 \; 47·27$
$i = 10 \; 48 \; 15·57$
$\varphi = 48 \; 45 \; 20·54$
$\mu = 638''6551624$

igen Normalorte mit Ausschluss des ersten aus der 1869, weil derselbe auf nur wenigen sehr schlecht stimmenden Beobachtungen beruht, sind:

l. Berl. Zeit		α	δ	mittl. Äquinoctium
z	17·0	274°19'31"1	— 2° 3'51"6	1858·0
il	2·0	306 33 53·4	— 1 55 29·3	
	18·0	334 13 12·1	— 1 5 34·5	
	12·0	30 43 30·5	+ 5 54 14·2	
	15·0	146 43 17·1	+36 57 18·4	1869·0
	12·0	138 6 30·5	+36 52 46·0	
Aug.	13·0	59 2 46·3	— 1 11 59·4	
Sept.	9·0	49 26 7·7	— 9 19 43·8	
Oct.	12·0	31 41 5·4	—13 57 59·2	

Vernachlässigt man nun die höchst unbedeutenden Störungen innerhalb einer Erscheinung selbst, so werden diese Normalorte nach einer sechsstelligen Rechnung durch die obigen Elemente wie folgt, dargestellt:

Datum			Beobachtung — Rechnung $d\alpha \cos\delta$	$d\delta$
1858	März	17·0	— 2"2	+ 3"5
	April	2·0	— 4·6	+ 4·1
	„	18·0	+ 0·2	+ 1·0
	Juni	12·0	— 0·8	+ 2·5
1869	Mai	15·0	+27·7	+13·6
	Juni	12·0	+ 0·4	+19·4
	Aug.	13·0	+ 2·3	—11·7
	Sept.	9·0	+ 2·6	— 3·9
	Oct.	12·0	+ 6·7	— 2·0

angesetzt ist.

Rectascensionen.

$0\cdot9829dL'$	$+1_n6924d\mu$	$+0_n0575d\varphi$	$+0_n9495d\pi'$	$+9\cdot1787\sin i'd\Omega'$	$+7\cdot4210di'$	$=0_n3421$
0·8578	2·1434	0·1457	0_n8400	9_n1450	8·4422	0_n6626
0·6117	2·2869	0·3608	0_n5920	9_n3445	9·2442	9·3009
0·1009	2·2338	0·3080	9_n8895	9·0387	9·3131	9_n9008
9_n8105	3_n4759	0_n6052	0·1810	9·2747	7_n7656	1·4429
1_n0819	4_n6947	0_n4802	1·0540	9·5746	9_n2534	9·6020
0_n5890	4_n1901	0·5642	0·6500	9·6710	9·7346	0·3616
0·2396	3·8786	0·7204	8_n5486	9·6781	9·4920	0·4092
0·6049	4·2281	0·7317	0_n2881	9·6319	8·8358	0·8258

Declinationen.

0_n5724	2·2062	0·3175	0·4895	0·2905	8·2285	= 0·5441
0_n5356	2·1401	0·2509	0·4645	0·1967	9_n6838	0·6128
0_n3702	1·9733	0·0832	0·3119	9·9380	9_n8820	0·0000
8·6239	1·7599	9·8272	8·9912	9_n7315	9_n7183	0·3979
0·6126	4·2213	9_n9652	0_n5667	0·2573	8_n4937	1·1335
0·8396	4·4483	0_n1628	0_n7913	0·2138	0_n1339	1·2878
0·3638	3·9848	0·4465	0_n2000	0 2676	0 2058	1_n0682
0·5949	4·2130	0·5317	0_n4508	0_n3649	9_n9131	0_n5911
0·4663	4·0841	0·3917	0·3115	0_n3410	9_n2273	0·3010

Führt man nun, um die Rechnungen nach der Methode der ...nsten Quadrate möglichst bequem zu gestalten als Fehlerein... den Werth ein, dessen Logarithmus gleich ist = 1·4429 und ... neue Unbekannte

$$a = 1\cdot0819 dL'$$
$$b = 4\cdot6947 d\mu$$
$$c = 0\cdot7317 d\varphi$$
$$d = 1\cdot0540 d\pi'$$
$$e = 0\cdot3649 d\Omega' \sin i'$$
$$f = 0\cdot2058 di'$$

hält man als neue Bedingungsgleichungen:

Rectascensionen.

ı	$+6_n9977b$	$+9_n3258c$	$+9_n8955d$	$+8\cdot8138e$	$+7\cdot2160f$	$=8_n8992$
	7	9·4140	9_n7860	8_n7801	8·2364	9_n2197
		9·6291	9_n5380	8_n9796	9·0384	7·8580
		9·5763	8_n8355	8·6738	9·1073	8_n4579
	8_n7812	9_n8735	9·1270	8·9098	7_n5598	0·0000
	0_n0000	9_n7485	0·0000	9·2097	9_n0476	8·1591
	9_n4954	9·8325	9·5960	9·3061	9·5288	8·9187
	9·1839	9·9887	7_n4946	9·3132	9·2862	8·9663
30	9·5334	0·0000	9_n2341	9·2170	8·6300	9·3829

Declinationen.

9_n4905	7·5115	9·5858	9·4355	9·9256	8 0227	9·1012
9_n4537	7·4454	9·5192	9·4105	9·8318	9_n4780	9·1699
9_n2883	7·2786	9·3515	9·2579	9·5731	9_n6762	8·5571
7·5420	7·0652	9·0955	7·9372	9_n3666	9_n5125	8·9550
9·5307	9·5266	9_n2335	9_n5127	9·8924	8_n2879	9·6906
9·7577	9·7536	9_n4311	9_n7373	9·8489	9_n9281	9·8449
9·2819	9·2901	9·7148	9_n1460	9_n9027	0_n0000	9_n6253
9·5130	9·5183	9·8000	9_n3968	0_n0000	9_n7073	9_n1482
9·3844	9·3894	9·6600	9_n2575	9_n9761	9_n0215	8_n8581

Gibt man allen diesen Bestimmungsgleichungen gleiches Gewicht, so erhält man die folgenden Bestimmungsgleichungen (logarithmisch):

$0\cdot50683a$	$+0\cdot27485b$	$+9\cdot98762c$	$+0_n48766d$	$+9_n85600e$	$+9_n77437f$	$=\ 9\cdot23477$
	9·89182	9·72493	8·57749	9·37051	9_n67988	9·49290
		0·64006	9·46982	9_n91461	9·36586	0_n06502
			8·67669	8_n64444	8_n16435	9·24428
				0·67673	9·80044	0·22484
					0·32240	8_n47857

ıs findet sich

$$\log a = 0\cdot58890$$
$$\log b = 9\cdot61115$$
$$\log c = 9_n 67225$$
$$\log d = 0\cdot60434$$
$$\log e = 9\cdot55044$$
$$\log f = 8_n 15617$$

ie ursprüngliche Summe der Fehlerquadrate $[nn] = 2\cdot0892$ ıdert sich auf $[vv] = 0\cdot4051$. Berücksichtigt man die oben lte Fehlereinheit, so findet sich aus den obigen Zahlen

$$dL' = +\ 8''91$$
$$d\mu = +\ 0''0002287$$
$$d\varphi = -\ 2''42$$
$$d\pi' = +\ 9''84$$
$$d\Omega' = +11''64$$
$$di' = -\ 0''25$$

e Übertragung auf die Ekliptik lässt finden

$$dL = +8''14$$
$$d\pi = +9\cdot07$$
$$d\Omega = +2''30$$
$$di = +4\cdot24$$

1 $d\mu$ bleiben natürlich bei dieser Übertragung unverändert. 's sind daher die verbesserten Elemente

☌ Winnecke.

Epoche = 1858 Mai 1·0 mittl. Berl. Zeit.
Osculation = 1858 Mai 2·07389 mittl. Berl. Zeit.

$$M = 359°48'33''13$$
$$\left.\begin{array}{l}\pi = 275\ 38\ 54\cdot1\\ \Omega = 113\ 32\ \ 0\cdot0\\ i = \ 10\ 48\ 10\cdot5\end{array}\right\}\ 1858\cdot0$$
$$\varphi = 49\ \ 0\ 40\cdot3$$
$$\mu = 638''7398611$$
$$\log a = 0\cdot4964551$$
$$e = 0\cdot754838$$

Epoche = 1869, Juni 30·0 mittl. Berl. Zeit.
Osculation = 1869 Juni 29·97855 mittl. Berl. Zeit.

$$
\begin{aligned}
M &= \;\; 0^\circ\; 0'13''61 \\
\pi &= 275\; 55\;\; 9\cdot2 \\
\Omega &= 113\; 32\; 49\cdot6 \\
i &= \;\; 10\; 48\; 19\cdot8 \\
\varphi &= \;\; 48\; 45\; 18\cdot1 \\
\mu &= 634''6553911 \\
\log.\, a &= 0\cdot4983124 \\
e &= 0\cdot751898
\end{aligned}
\quad \left.\begin{matrix}\\ \pi,\ \Omega,\ i\\ \\ \end{matrix}\right\} 1869\cdot0
$$

und die Darstellung der Orte zufolge sechsstelliger Rechnung

			$d\alpha$	$d\delta$
1858	März	17	−3''3	+3''6
	April	2	+2·5	+3·6
	„	18	+8·0	+0·9
	Juni	12	+1·5	+4·5
1869	Mai	15	+9·5	−2·3
	Juni	12	−1·8	−3·5
	Aug.	13	+1·9	−4·4
	Sept.	9	−5·2	+3·5
	Oct.	12	−5·0	+5·1

Der Anschluss der Elemente an diese Orte ist daher ziemlich befriedigend, wenn man die schlechte Definition des Kometen in Betracht zieht, doch glaube ich, dass einige Fehler grösser sind, als dass man dieselben ganz auf diese Ursache zurückführen dürfte; jedenfalls werden diese Elemente für die Aufsuchung des Kometen in der nächsten Erscheinung trotz der ungünstigen Sichtbarkeitsverhältnisse völlig ausreichen, und die Auffindung vielleicht ermöglichen, sofern die höchst beträchtlichen Jupiterstörungen mit genügender Strenge abgeleitet werden.

V. Ableitung der Ephemeriden für die Erscheinung 1875.

Da vielfache anderweitige Beschäftigungen mich fast fürchten lassen, dass ich bis zum Zeitpunkte des nächsten Perihels kaum Zeit gewinnen werde, die sehr starke störende Einwirkung des Jupiter mit völliger Schärfe zu berechnen, so habe ich mich vorerst begnügt, eine beiläufige Berechnung der Jupiter-

ungen auf Grundlage der von mir in der ersten Abhandlung einandergesetzten Methode zu erhalten, welche Methode allergs in Anbetracht der Grösse der Störungen in diesem Falle eine rohe Annäherung gewähren kann.

Ich fand so:

ittl. Berl. Zeit			$di:dE$	$d\Omega:dE$	$d\varphi:dE$	$d\pi:dE$	$1000d\mu:dE$	$dM:dE$
69	Juli	29·5	0'0	0'0	0'0	0'0	— 0'2	0'0
	Sept.	7·1	0·0	— 0·1	+ 0·1	+ 0·2	— 2·0	— 0·2
	Nov.	4·5	+ 0·1	— 0·6	+ 0·3	+ 0·5	— 5·3	— 1·1
70	Jän.	27·7	+ 0·3	— 3·1	+ 0·7	+ 1·2	—11·9	— 4 4
	Mai	21·0	+ 2·1	—14·4	+ 1·6	+ 3·8	—28·1	—16·2
	Oct.	10·3	+13·2	—64·1	— 5·0	+17·5	—77·4	—56·6
71	März	27·3	+13·1	—46·2	—28·3	+18·0	—67·1	—43·5
	Sept.	30·1	+ 1·4	— 3·5	—12·9	+ 1·5	—20·0	—31·3
72	April	14·5	— 0·3	+ 0·5	— 5·5	— 1·4	— 9·6	—36·0
	Oct.	28·5	— 0.4	+ 0·4	— 2·7	— 1·8	— 6·7	—38·3
73	Mai	3·3	— 0·3	+ 0·1	— 1·3	— 1·6	— 5·6	—37·5
	Oct.	18·3	— 0·2	— 0·1	— 0·7	— 1·3	— 5·0	—34·4
74	März	9·6	— 0·2	— 0·3	— 0·4	— 1·1	— 4·3	—29·4
	Juni	30·9	— 0·1	— 0·3	— 0·2	— 0·7	— 2·8	—23·4
	Sept.	23·1	0·0	— 0·2	— 0·1	— 0·4	— 0·7	—17·1
	Nov.	20·5	0·0	— 0·1	— 0·1	0·0	+ 0·7	—11·8
	Dec.	30·0	0·0	0·0	0·0	0·0	+ 0·8	— 8·0
75	Jän.	28·6	0·0	0·0	0·0	0·0	+ 0·2	— 6·8

Die Integration zwischen 1869 Juni 30·0 und 1875 Jän. 28·6 ist daher finden

$$\Delta i = +28'5$$
$$\Delta \Omega = -2^\circ 12\cdot 0$$
$$\Delta \varphi = -54'5$$
$$\Delta \pi = +34'4$$
$$\Delta \mu = -14''72$$
$$\Delta M = -6^\circ 32'6$$

d mit Rücksicht auf die im vorigen Abschnitte bestimmten emente erhält man daher für die Herstellung der Ephemeride die nächste Erscheinung

Perihel 1875 März 11·10 mittl. Berl. Zeit

$$\left.\begin{aligned} \pi &= 276^\circ 34'6 \\ \Omega &= 111\ \ 25\cdot 6 \\ i &= 11\ \ 16\cdot 8 \end{aligned}\right\} 1875\cdot 0$$
$$\varphi = 47\ \ 50\cdot 8$$
$$\mu = 619''94$$

und damit die folgenden Angaben:

mittl. Berl. Zeit		α	δ	♉ im Merid.	Lichtstärke
1875 Jän.	0·0	$15^h 11^m 5$	$-8°42'$	$20^h 5$	0·20
„	10·0	15 52·8	−11 11	20·6	0·26
„	20·0	16 39·5	−13 26	20·7	0·35
„	30·0	17 31·1	−15 16	20·9	0·47
Febr.	9·0	18 26·9	−16 23	21·2	0·58
„	19·0	19 24·9	−16 34	21·5	0·67
März	1·0	20 22·6	−15 43	21·8	0·71
„	11·0	21 17·9	−14 1	22·1	0·69

Darnach sind die Sichtbarkeitsverhältnisse äusserst ungünstig, wiewohl die Störungen an sich die Umstände der Sichtbarkeit wesentlich gebessert haben; die Lichtstärken sind nach der Formel $\frac{1}{r^2\Delta^2}$ berechnet, und um ein Urtheil über diese Werthe zu haben, bemerke ich, dass der Komet die folgenden Lichtstärken für die Zeiten einiger der obigen Normalorte zeigte:

			Lichtstärke
1858	März	17	2·83
	Juni	12	0·57
1869	April	14	1·23
	Oct.	12	0·60.

Es sind daher die Hoffnungen für eine Wiederauffindung im Jahre 1875 ziemlich gering; am günstigsten wäre der Zeitraum zwischen 20. Jänner und 19. Februar; mit Rücksicht auf den Mond würde die Zeit um den 5. Februar die meiste Aussicht auf Erfolg versprechen. Um nun den Einfluss zu bestimmen, den eine geänderte Perihelzeit auf den Ort des Kometen nimmt, habe ich die unten angesetzten Zahlen abgeleitet, die so zu verstehen sind, dass eine Verspätung um einen Tag in der obigen Perihelzeit die angeführten Änderungen in den Ephemeridenorten bewirkt; ich glaube, dass diese Zeit durch die obigen Störungsrechnungen wohl auf zwei Tage genau bestimmt ist.

		$d\alpha$	$d\delta$
1875 Jän.	10·0	$-2^m 7$	+14'
„	20·0	−3·1	+13'
„	30·0	−3·4	+12'
Febr.	9·0	−3·5	+ 9'
„	19·0	−3·5	+ 5'
März	1·0	−3·4	+ 2'
„	11·0	−3·1	− 1'

Über den Einfluss des Leuchtgases auf die Vegetation.

Von **Jos. Boehm.**

Seit der Einführung der Gasbeleuchtung in grösseren Städten wurde die Frage über den Einfluss des Leuchtgases auf die Vegetation vielfach besprochen und in sehr verschiedenem Sinne beantwortet. So heisst es in dem von Herrn Regierungsrathe Prof. Dr. Ed. Fenzl gefertigten Commissionsberichte, „betreffend die Erhebung der Ursachen des Eingehens vieler Bäume in der Ringstrassen-Allee und die Mittel derselben zu begegnen", Seite 12: „Als ein weiteres, chemisch auf die Wurzeln der Bäume einwirkendes und das rasche Absterben derselben herbeiführendes Agens wird das Ausströmen von Leuchtgas aus den Röhren der Gasleitung von dem Herrn Stadtgärtner bezeichnet. Nachdem jedoch von Seite der competentesten Chemiker und Pflanzenphysiologen keinerlei positive und über allen Zweifel erhabene Aussprüche für die Schädlichkeit oder Unschädlichkeit dieses Gases auf die Vegetation der Wurzeln vorliegen und die vorangeführten Schädlichkeiten in ihrer Combination allein schon genügen, das häufige Absterben der Bäume auf der Ringstrasse zu erklären, so kann von diesem zur Zeit noch problematisch schädlich wirkenden Momente vorläufig abgesehen werden" [1].

Ebenso sprach sich die Commission von Sachverständigen, welche im Frühjahre 1869 seitens des Berliner Magistrates berufen wurde, um bei Gelegenheit der Entfernung zahlreicher abgestorbener Bäume „unter den Linden" die Ursache ihres frühzeitigen Erkrankens festzustellen und Mittel zur Abhilfe in Vorschlag zu bringen, dahin aus, dass an keinem der getödteten

---

[1] Ergebnisse der Enquête für die Ringstrassen-Alleen in Wien. Verlag des Gemeinderathes. 1872.

Bäume eine schädliche Einwirkung von Leuchtgas nachweisbar sei, ihr Absterben vielmehr in den schädlichen äusseren Verletzungen, der unausgesetzten Verunreinigung durch Urin und einigen anderen minder wesentlichen Ursachen seine genügende Erklärung finde. Directe Versuche jedoch, welche auf Vorschlag des Commissionsmitgliedes Kny im botanischen Garten in Berlin gemacht wurden, führten zur Überzeugung, dass durch längere Zeit andauerndes Ausströmen von Leuchtgas aus unterirdischen Röhren die in der Nähe befindlichen Bäume getödtet wurden [1].

Schon im Jahre 1868 habe ich über die Einwirkung des Leuchtgases auf die Entwicklung von Stecklingen der Bruchweide *(Salix fragilis)* folgende Versuche gemacht:

Die Zweige wurden am 2. April (seitlich luftdicht) in die eine Öffnung doppelt durchlöcherter Kautschukstöpsel gesteckt und mit diesen Stöpseln beiläufig einen halben Ltr. fassende, mit Wasser gefüllte Flaschen verschlossen. In die andere Stöpselöffnung wurde je ein kurzes, relative ziemlich dickwandiges Glasrohr eingesenkt und dieses mit einem gaszuleitenden Kautschukschlauch in Verbindung gebracht. Dann wurden, nach Öffnung des Gashahnes, die Flaschen der Reihe nach umgewendet, die Stöpsel etwas gelüftet, der grösste Theil des Wassers durch Leuchtgas verdrängt und der Stöpsel luftdicht in die Mündung des betreffenden Flaschenhalses eingerieben. Mittelst eines rechenartig verzweigten Glasrohres wurde das Gas durch denselben Hauptschlauch gleichzeitig zu zehn Apparaten geleitet. Die Zweige reichten fast bis auf den Grund der gegen 20 Ctm. hohen Flaschen und tauchten nur 3—4 Ctm. tief in Wasser. Bei der Hälfte der Zweige wurde (unter den Kautschukstöpseln) auf deren entgegengesetzten Seiten, in einer senkrechten Entfernung von 2—3 Ctm. bis ans Mark reichende Einschnitte gemacht, um so durch die offen gelegten Gefässe dem Gase den Eintritt in das Pflanzeninnere zu erleichtern.

---

[1] Referat der botanischen Zeitung 1871, pag. 852 etc. aus den Sitzungsberichten (20. Juni 1871) der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin.

Das Ergebniss des Versuches war bei allen zehn Stecklingen dasselbe. Es entwickelten sich wohl zahlreiche Wurzeln, dieselben erreichten aber selten die Länge von 2 Ctm. Ausserdem brach an sehr vielen Stellen die Rinde der in den Flaschen befindlichen Zweigtheile auf und aus den Rissen entwickelten sich weisse, aus zartwandigen Zellen bestehende Haufen, wie solche häufig auch auf in gewöhnlicher Luft in Wasser gestellten Zweigen entstehen und bei Einwirkung des Lichtes, besonders des directen Sonnenlichtes, Gasblasen entbinden. Die Knospen kamen über die allerersten Stadien der Zweigbildung niemals hinaus. Dabei lebten die Zweige gleichwohl sehr lange; erst nach drei Monaten vertrockneten deren in freier Luft befindlichen Theile. Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigte sich, dass alles Amylum aus denselben völlig verschwunden war. — Nach Schluss des Versuches erwiesen sich sowohl die oberen als unteren Zweighälften, in Folge von Thyllenbildung, für Luft bei einem Drucke von 30 Zoll Quecksilber und mehr ganz impermeabel.

Diese Versuchsergebnisse lassen über die grosse Schädlichkeit des Leuchtgases auf die Pflanzen unter den angeführten Umständen wohl nicht den leisesten Zweifel übrig, aber sie beweisen zugleich, dass durch dasselbe nicht jede Vegetation ausgeschlossen wird.

Bei den eben beschriebenen Versuchen befanden sich jedoch die Versuchsobjecte unter Verhältnissen, welche bei jenen Fällen, wodurch die in Rede stehende Frage angeregt wurde, wohl niemals zutreffen.

Die nächste Frage, welche ich nun zu beantworten hatte, war offenbar die, in welcher Weise denn bei obigen Versuchen die Entwicklung der Weidenstecklinge durch das Leuchtgas so beeinträchtiget wurde. Es konnte dasselbe nämlich entweder als directes Gift oder dadurch wirken, dass der zur Neubildung auf Kosten der Reservenahrung nöthige Sauerstoff verdrängt wurde.

Um hierüber ins Klare zu kommen, machte ich im April, Mai und Juni 1869 ganz ähnliche Versuche wie mit Leuchtgas, mit Kohlensäure und Wasserstoff.

Bei den Versuchen mit Kohlensäure unterblieb sowohl bei unverletzten als bei den in der oben bezeichneten Weise eingeschnittenen Zweigen in deren innerhalb der Flaschen befindlichen Theilen jede Neubildung und das Amylum in den Zellen blieb ungelöst; auch für Luft waren dieselben (in Folge unterbliebener Thyllenbildung) ungehindert permeabel. Die Knospen der in freier Luft befindlichen Zweighälften entwickelten sich wohl, die Triebe blieben aber so wie deren Blätter viel kleiner als bei den daneben gleichzeitig in freier Luft ins Wasser gestellten Zweigen. Nach zwei Monaten entlaubten sich die Stecklinge und die Zweige fingen an zu vertrocknen. Die Gefässe dieser oberen Zweighälften waren mit Thyllen erfüllt und das Amylum aus den Holzzellen vollständig oder fast vollständig verschwunden.

Bei den ganz gleichartigen Versuchen mit Wasserstoff entwickelten sich, falls die Zweige unverletzt waren, Wurzeln und Knospen fast in normaler Weise (über die Details dieser Versuchsergebnisse werde ich bei einer anderen Gelegenheit referiren).

Bei den eben beschriebenen Versuchen befanden sich die in der Flasche befindlichen Theile der Stecklinge bezüglich des Sauerstoffgehaltes ganz in derselben Lage wie bei den Versuchen mit Leuchtgas. Durch die Thatsache, dass bei der Verwendung von Wasserstoff die Wurzel- und Zweigbildung in fast normaler Weise erfolgte, wird der Beweis geliefert, dass Kohlensäure und Leuchtgas auf meine Versuchspflanzen als directes Gift wirkten. Über die Schädlichkeit reiner oder auch nur in grösserer Menge der atmosphärischen Luft beigemischten Kohlensäure auf die Pflanzen besteht, wie wir dies zur Genüge aus anderen Versuchen[1] wissen, kein Zweifel. Giftiger aber noch als dieses Gas wirkte, wenigstens in gewissem Sinne, bei den angeführten Versuchen, das Leuchtgas.

Das Leuchtgas besteht bekanntlich zum grössten Theile aus Wasserstoff (41—52 %) und Sumpfgas (40—51 %) und

---

[1] Boehm. Über den Einfluss der Kohlensäure auf das Ergrünen und Wachsthum der Pflanzen. Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wiss. Bd. 68, 1873.

ziemlich viel Kohlenoxyd (7—9%). Letzteres ist sicher, das Sumpfgas sehr wahrscheinlich für die Pflanzen, ähnlich dem Wasserstoffe, ganz indifferent. Ausser den genannten Gasen finden sich im Leuchtgase noch 3—13% höhere Kohlenwasserstoffe von der Formel CnH_2n. Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass diesen die giftige Wirkung des Leuchtgases auf die Pflanzen zukommt.

Um Verhältnisse herzustellen, welche jenen nahe kamen, unter denen Baumpflanzungen in der Nähe von Gasleitungen so häufig zu Grunde gehen, habe ich zehn Versuche mit je fünf Topfpflanzen von *Fuchsia fulgens* und *Salvia splendens* gemacht. Jeder Topf besass an seiner unteren Fläche zwei Löcher, in deren jedes ein gegen 1 Ctm. weites Glasrohr (seitlich luftdicht) eingekittet wurde. Die eine dieser Glasröhren diente zur Zuleitung des Gases mittelst eines Kautschukschlauches und reichte nach innen fast bis zur Mitte des Topfes. Um ein beiläufiges Mass für die Stärke des Gasstromes zu haben, war dieses Rohr U-förmig gebogen und der zwischen beiden Schenkeln etwas aufgeblasene Theil mit Wasser gefüllt. Das zweite Rohr war für die Ableitung des in Folge des Begiessens abfliessenden Wassers bestimmt; seine obere Öffnung lag dem entsprechend mit der inneren Fläche der Bodenwand des Topfes in einer Ebene. Das äussere Ende dieses 5 Ctm. langen Rohres tauchte 2–3 Ctm. tief in Wasser. Da der Druck des Leuchtgases höchstens einer Wassersäule von 30 Mm. entspricht, so wurde durch die angegebene Einrichtung die Entweichung des Gases durch die für den Abfluss des Wassers bestimmte Öffnung verhindert.

Von der Gaseinleitung wurde die Topferde mit einem spitzen Instrumente etwas gelockert und durch dieselbe (zur Sicherstellung von deren Permeabilität), nach Aufguss von Wasser, vermittelst des U-förmigen Rohres, atmosphärische Luft geblasen. — Im Verlaufe des Versuches geschah es wiederholt, dass nach Begiessung der Topferde, Wasser in das U-förmige Rohr eintrat und das Gas absperrte. Diesem Übelstande konnte natürlich leicht durch Aussaugung des überschüssigen Wassers mittelst eines Glasrohres abgeholfen werden. — Diese Versuche wurden am 4. Mai 1870 zusammengestellt. Während der ganzen Versuchszeit gingen durch jeden Topf 25—30 Gasblasen in der

Minute. Erst im Verlaufe des Monates Juli starben zwei Exemplare von *Fuchsia* und eines von *Salvia*. Bis gegen Ende August waren weiters ein Individuum von *Fuchsia* und drei von *Salvia* vollständig entblättert und die Zweige theilweise vertrocknet. Die übrigen drei Pflanzen waren selbst am 14. September noch ganz gesund. Als ich nach 14 Tagen von einer kleinen Ferienreise zurückkam, waren auch diese Pflanzen, aber offenbar nur in Folge von Wassermangel, vertrocknet.

So wie die oben angeführten lassen auch diese Versuchsresultate wohl kaum einen Zweifel über die Schädlichkeit des Leuchtgases auf die Vegetation zu. Dass nicht alle Exemplare beider zu dem Versuche verwendeten Pflanzenarten gleichzeitig starben, erklärt sich leicht aus der sicher nicht überall gleichen Vertheilung des Gases in der Topferde. Die Versuche scheinen mir aber auch zu beweisen, dass die tödtliche Wirkung des Leuchtgases auf die Pflanzen nur den verdichtungsfähigen, im Laufe der Zeit aus demselben in Wasser und Erde, in flüssiger oder fester Form sich absetzenden Bestandtheilen desselben zukommt. Nach Beendigung des Versuches verbreitete die Topferde noch nach ihrem vollständigen Austrocknen einen intensiven Leuchtgasgeruch [1].

Um mir über die Einwirkung des Leuchtgases auf die Pflanzen ein vollkommen klares Urtheil bilden zu können, hielt ich es für angezeigt, Versuche mit Pflanzen in einer mit Leuchtgas durch längere Zeit geschwängerten Erde zu machen. Zu diesem Behufe liess ich mir eine (21 Ctm. hohe und ebenso breite) Blechbüchse anfertigen, deren Deckel und Boden ein kleines Ansatzrohr für einen Kautschukschlauch besassen. — Nachdem die Büchse mit Gartenerde von gewöhnlicher Feuchtigkeit gefüllt und der Deckel rundum luftdicht angesiegelt war, wurde derselbe am 2. März 1871 (im chemischen Laboratorium der Handelsakademie) in das Gaszuleitungsrohr eines Bunsen'-

---

[1] Auf diese Versuche gestützt und mit ausdrücklicher Berufung auf dieselben, vertrat der Professor der Chemie an der technischen Hochschule, Herr Dr. Alex. Bauer im hiesigen Gemeinderathe als dessen Mitglied die Ansicht von der Schädlichkeit des aus verletzten Röhren austretenden Leuchtgases für unsere Alleebäume.

schen Brenners, welcher täglich mindestens einige Stunden im Gebrauche war, eingeschaltet. In Folge der oben angeführten Versuche von Kny hatte ich aber nicht mehr die Absicht, die Sache weiter zu verfolgen. Die Meinungen jedoch, welche bei dem diesjährigen hiesigen Gärtnercongresse laut wurden[1], bestimmten mich, die Versuche wieder aufzunehmen. Zu diesem Behufe wurde die Büchse am 22. August, also nach fast 2½ Jahren, von ihrem bisherigen Standorte entfernt und geöffnet. Die Erde war ganz trocken und roch intensiv nach Leuchtgas. Nachdem dieselbe gehörig angefeuchtet war, wurden damit folgende Versuche gemacht:

1. Es wurde die Oberfläche eines mit dieser Erde (ich will sie der Kürze halber „Gaserde" nennen) gefüllten Topfes in sechs Felder getheilt und darein die Samen folgender Pflanzen gebaut: *Cucurbita, Brassica oleracea, Helianthus annus, Lepidium sativum, Vicia Faba* und *Zea*.

Zum Vergleiche wurde ein anderer, aber mit gewöhnlicher Erde gefüllter Topf in gleicher Weise mit Samen derselben Art bestellt.

2. Es wurden zwei gleich grosse Individuen von *Dracaena reflexa* ausgetopft und die Erde sorgfältig von den Wurzeln entfernt. Das eine Individuum wurde dann in die mit Gas geschwängerte, das andere aber in gewöhnliche Erde gesetzt.

Nach 10 Tagen waren die in gute Erde gebauten Samen bereits zu ansehnlichen Keimpflänzchen herangewachsen. Bei den in Gaserde gelegten Samen hatten die Würzelchen höchstens eine Länge von 2 Ctm. erreicht und waren bei den etwas tiefer vergrabenen Individuen bereits in Fäulniss übergegangen. Interessant war es zu sehen, wie bei mehreren nur halb von Erde bedeckten Samen die Keimwurzeln sich seit- oder aufwärts zu entwickeln strebten. Die hypocotylen Stengel einiger ober-

[1] Der Congress beschloss: „Es sei dahin zu wirken, dass über den Einfluss des Leuchtgases auf die Baumvegetation weitere Versuche angestellt werden, und es wird zugleich der Wunsch ausgesprochen, dass die gemachten Erfahrungen in allen Fachblättern behandelt werden." Verhandlungen des vierten Congresses deutscher Gärtner und Gartenfreunde zu Wien vom 20. bis 25. August 1873, Gartenfreund, Nr. 8 und 9.

flächlich gelegenen Kress- und Kohlpflänzchen wurden wohl bis 3 Ctm. lang, es fehlten denselben jedoch die Wurzeln fast ganz.

Die Blätter der in Gaserde versetzten *Dracaena* waren am 1. September ganz vertrocknet und die Wurzeln todt. Das gleichzeitig in gute Erde versetzte Exemplar lebt noch heute.

Um zu erfahren, ob die Wirkung der Gaserde auf keimende Samen vielleicht durch Zuführung von atmosphärischer Luft modificirt werde, wurde gleichzeitig mit den eben geschilderten folgender Versuch gemacht: Es wurde in einen Topf eine ziemlich langgestielte, aus vielfach durchlöchertem Zinkbleche gefertigte Trommel so eingesetzt, dass deren Stiel einige Centimeter aus einer der zwei Öffnungen in der Bodenwand des Topfes ragte und die obere Wand der Trommel nicht tief unter die nun in den Topf gefüllte Erde zu liegen kam. Die Trommel hatte eine Höhe von 4, und einen Querdurchmesser von 8 Ctm.; der nach unten konisch verengerte Topf war an der Stelle, bis zu welcher er mit Erde gefüllt war, $10\frac{1}{2}$ Ctm. weit. Durch eine nabelartige Einsenkung der unteren (nach aussen convexen) Trommelwand rings um die angelöthete Stielröhre wurde der Ansammlung von Wasser in letzterer vorgebeugt. An das untere Stielende wurde (vermittelst eines U-förmigen Glasrohres) ein mit einem Aspirator verbundenes Kautschukrohr angesetzt. Nachdem der Topf mit Samen der oben angeführten sechs Arten bestellt war, wurden täglich 28—29 Litr. Luft durchgesaugt.

Im Widerspruche mit der vielseitig ausgesprochenen Ansicht über die desinficirende Wirkung der Luftdrainagen in mit Leuchtgase bereits stark imprägnirten Boden, hatte diese Durchlüftung der Gaserde für die Entwicklung der Samen nicht den mindesten Nutzen; die Keimlinge zeigten ganz dieselben Erscheinungen wie die bei dem obigen Versuche besprochenen.

In Anbetracht meiner im Vorstehenden referirten Versuchsresultate, welche mit allen anderseits vorurtheilsfrei gemachten Beobachtungen übereinstimmen, verliert die Meinung, dass das Leuchtgas nicht mit zu den Ursachen des häufigen Absterbens der Alleebäume zu zählen sei, jede irgendwie begründete Berechtigung.

Mit der Feststellung der tödtlichen Wirkung eines mit den theerartigen Bestandtheilen des Leuchtgases imprägnirten Bodens auf die in demselben wurzelnden Pflanzen ist aber die vorliegende Frage noch lange nicht erschöpfend beantwortet. Ich habe über die Art und Weise der giftigen Einwirkung der Gaserde auf die Gewächse bereits mehrere Versuche gemacht, andere sind im Gange. Obwohl mit Schulstunden in fast aufreibendem Masse überbürdet, hoffe ich doch bald in der Lage zu sein, der verehrten Classe über deren Verlauf berichten zu können. Für den praktischen Zweck: die schädliche Wirkung des Leuchtgases auf die Alleebäume zu eliminiren, reichen die bisherigen Erfahrungen vollkommen aus. Sie berechtigten zu dem Ausspruche, dass dies durch das von Jürgens vorgeschlagene und von ihm bereits erprobte Mittel: die Gasleitungsröhren in ziemlich weite, mit Abzügen in die Laternenpfähle versehene Thonröhren einzulegen, vollkommen erreichbar ist. Derartige, selbst nur sehr unvollständig schliessende Röhren werden die Bäume sicher für lange Zeit gegen die Wirkung des Leuchtgases schützen. Es genügt aber dem beabsichtigten Zwecke nicht, wenn durch ein auch im Principe richtiges Mittel nicht eine andauernde Immunität unserer Schützlinge erzielt wird. Durch unglasirte Thonröhren diffundiren die Gase leicht und es ist für unseren Zweck wohl zu beachten, dass durch das aus der Leitung strömende Leuchtgas in erster Linie nicht der Baum afficirt, sondern der Boden mit für die Pflanzen so giftigen Stoffen inficirt wird. Es werden zu dem in Rede stehenden Zwecke daher glasirte Thonröhren (und wo diese den Druck der über ihnen verkehrenden Lastwagen nicht ertragen können, Röhren aus Gusseisen) zu verwenden sein. Um in diesen Röhren einen lebhaften Luftzug zu unterhalten und jede Explosion unmöglich zu machen, darf man die in die Kandelaberpfähle gelegten Abzugsröhren nur in der Nähe der Brenner, respective der Flammen vorbeiführen und über diesen nach aussen münden lassen. Eine solche Luftdrainage wird unsere Alleebäume von einem ihrer gefährlichsten Todfeinde für immer befreien.

Nach den von Pettenkofer[1] mitgetheilten Erfahrungen über das Eindringen von Leuchtgas durch den Boden in Wohnungen von Häusern, welche selbst keine Gasleitung hatten, dürfte sich dieselbe aus hygienischen Gründen als viel allgemeinere Massregel empfehlen.

---

[1] Pettenkofer's Vorlesungen, erstes Heft, pag. 87—92; 1873.

Über den Widerstand einer Kreisscheibe bei verschiedener Lage der Elektroden.

Von **Karl Domalip,**
Assistenten für Physik am deutschen Polytechnicum in Prag.

(Mit 1 Holzschnitt.)

Kirchhoff gelangte in seiner Abhandlung[1] „Über den Durchgang eines elektrischen Stromes durch eine Ebene insbesondere durch eine kreisförmige“ zu einer allgemeinen Gleichung, aus welcher die Potentialfunction der freien Elektricität für eine gegebene Stellung der Elektroden auf der Scheibe berechnet werden kann. Die volle Giltigkeit dieser Formel wurde auch experimentell von ihm bewiesen. Die zweite Gleichung, die er aus seiner mathematischen Betrachtung abgeleitet hat, und in welcher die Abhängigkeit des Widerstandes von der Lage der Elektroden auf einer begrenzten Kreisscheibe zum Ausdrucke kommt, konnte er experimentell nicht erweisen.

Kirchhoff spricht sich in Bezug auf die Schwierigkeiten, welche der experimentellen Verificirung der Gleichung entgegentraten, folgendermassen aus:

„Ich habe mir viele Mühe gegeben, den für den Widerstand der Scheibe aufgestellten Ausdruck durch Experimente zu prüfen, doch waren die Veränderungen, die der Widerstand erlitt, wenn die Entfernung der Drähte variirt wurde, so kleine Grössen, dass die Beobachtungen eine Unsicherheit erhielten, bei der sie unmöglich etwas für oder gegen die Theorie beweisen konnten. Eine Hauptschwierigkeit, auf die ich ausserdem bei diesen Versuchen stiess, war die, zu bewirken, dass die Drähte die Scheibe immer mit derselben Innigkeit berührten; dieses

[1] Kirchhoff. Pogg. Ann. Bd. 64. S. 497.

konnte noch am besten dadurch bewirkt werden, dass ich statt der Kupferscheibe eine Quecksilberscheibe anwandte, in die ich Drähte hineintauchte.“

Ich habe mich auch schon in früherer Zeit damit beschäftigt, den Ausdruck für den Widerstand durch Experimente zu prüfen, indem ich Kreisscheiben aus Staniol von verschiedenem Radius benützte, um das Verhältniss ihrer Widerstände zu bestimmen, konnte abér auch zu keinem Resultate gelangen, da der Widerstand derselben sehr klein war, und die schon oben angeführten Übelstände ebenfalls im Spiele waren.

Ein Mittel aber, welches alle diese Übelstände beseitigen könnte, erschien mir in der Benützung einer Kreisscheibe aus Zinkvitriollösung mit amalgamirten Zinkelektroden. Bekanntlich verhält sich Zinkvitriol mit amalgamirten Zinkelektroden wie ein metallischer Leiter. Sein beträchtlicher Widerstand und der Umstand, dass die Elektroden in eine innige Berührung mit derselben gebracht werden können, liess dieselbe als das entsprechendste Mittel für unseren vorliegenden Fall erscheinen.

Eine solche Flüssigkeits-Kreisscheibe wurde nun auf folgende Weise zu Stande gebracht: Eine geschliffene ziemlich starke Glasplatte wurde auf ein Stativ gelegt, das mit Stellschrauben versehen war, um die Glasplatte möglichst horizontal zu stellen. Auf diese wurden in bestimmten Entfernungen kleine viereckige Glasplättchen, deren Dicke 1·189 Mm. betrug, aufgelegt. Zwischen diese Glasplättchen wurde nun ein bestimmtes Quantum der oben angegebenen Flüssigkeit gegossen, und eine Kreisscheibe aus Glas, deren Durchmesser 180 Mm. betrug, wurde so auf die Flüssigkeit gelegt, dass die Peripherie derselben an den Ecken der vier Glasplättchen ruhte, und die Flüssigkeit keine Luftblasen enthielt, was mir nach einiger Übung vollkommen gelungen ist. Ich erhielt auf diese Weise eine vollkommen begrenzte Kreisscheibe aus Zinkvitriollösung, deren Dicke 1·189 Mm. betrug.

In dieser Kreisscheibe wurden nun Durchbohrungen angebracht und zwar zuerst in der Richtung eines Durchmessers in gleicher Entfernung vom Mittelpunkte und dann auch Durchbohrungen senkrecht auf den ersten Durchmesser. Durch diese Durchbohrungen wurden amalgamirte Zinkdrähte, deren Durch-

messer 2·19 Mm. betrug, bis zur Berührung mit der unteren Glasplatte hindurchgesteckt. Ich suchte nun den Kirchhoff'schen Ausdruck für den Widerstand einer Kreisscheibe für den Fall, dass die Elektroden in der Richtung des Durchmessers, also auf einem und demselben Durchmesser, aufgestellt waren, als auch für den Fall, dass die Elektroden auf zwei verschiedenen Durchmessern sich befanden, zu verificiren.

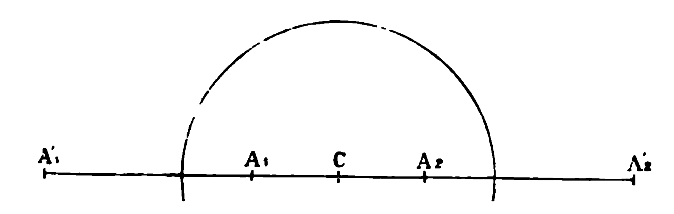
Der Ausdruck, den Kirchhoff für den Widerstand einer Kreisscheibe aufgestellt hat, lässt sich für diese zwei speciellen Fälle etwas modificiren.

Bekannlich ist von Kirchhoff folgende Formel aufgestellt worden:

$$w = \frac{1}{2\pi k\delta} \log \left\{ \left(\frac{\overline{A_1 A_2}^2}{\rho} \right) \frac{A_1 A_2^1 . A_2 A_1^1}{A_1 A_1^1 . A_2 A_1^1} \right\}$$

in welcher k die Leitungsfähigkeit der Scheibe und δ die Dicke derselben bedeuten.

A_1 und A_2 sind die Einströmungspunkte, und somit $A_1 A_2$ die Entfernung der Elektroden. Die Punkte A_1^1 und A_2^1 finden wir nach Kirchhoff durch folgende Construction: Wir verbinden den Mittelpunkt der Scheibe C mit A_1 und A_2 und schneiden auf den verlängerten Linien CA_1 und CA_2 zwei solche Stücke CA_1^1 und CA_2^1 ab, dass der Radius der Scheibe die mittlere Proportionale zwischen CA_1 und CA_1^1 und zwischen CA_2 und CA_2^1 ist. Es sind dann $A_1 A_2^1$, $A_2 A^1$, etc. die Entfernungen dieser Punkte auf der Kreisscheibe. (Siehe die Figur.)



Bezeichnet man die Entfernungen der Elektroden A_1 und A_2 vom Mittelpunkte, die in unserem speciellen Falle gleich sind, mit a, so ist

$$A_1A_2 = 2a$$

Bezeichnet man mit r den Radius der Scheibe, so finden folgende Gleichungen statt:

$$r^2 = CA_2 . CA_2^1$$
$$r^2 = CA_1 . CA_1^1$$

Da nun $CA_2 = CA_1$ ist, so ist auch $CA_2^1 = CA_1^1$ und es ist somit

$$B_1A_1^1 = B_2A_2^1 = p$$

Es gestalten sich dann die Grössen in der Kirchhoff'schen Formel folgendermassen:

$$A_1A_2^1 = A_2A_1^1 = r + p + a$$
$$A_1A_1^1 = A_2A_2^1 = r + p - a$$

Denkt man sich p durch r und a ausgedrückt und in die Kirchhoff'sche Gleichung substituirt, so geht diese in die folgende Gleichung über:

$$w = \frac{1}{\pi k \delta} \log \frac{2a}{\rho} \frac{r^2 + a^2}{r^2 - a^2} \qquad (1)$$

Wenn die Elektroden auf zwei auf einander senkrecht stehenden Durchmessern in gleicher Entfernung vom Mittelpunkte aufgestellt werden, und wenn man wieder mit a die Entfernung der Elektroden vom Mittelpunkte bezeichnet, so gelangt man durch eine ähnliche Betrachtung zur Gleichung

$$w' = \frac{1}{2\pi k \delta} \log \frac{2a^2}{\rho^2} \frac{r^4 + a^4}{(r^2 - a^2)^2} \qquad (2)$$

In dieser Gleichung haben die Grössen dieselbe Bedeutung, wie in der oben angeführten Gleichung (1).

Wie schon früher erwähnt wurde, war die Kreisscheibe zuerst mit zwei Paaren von Durchbohrungen versehen, die auf der Richtung des Durchmessers vom Mittelpunkte der Scheibe 20 Mm. und 60 Mm. entfernt waren. Es betrug somit die Elek-

trodenentfernung beziehungsweise 40 Mm. und 120 Mm. Substituirt man diese Grössen in die oben aufgestellte Gleichung (1) und setzt den Widerstand der Kreisscheibe, wenn die Elektroden in der Entfernung von 40 Mm. eingesetzt wurden = 1, so findet man für den Widerstand der Kreisscheibe bei der Elektrodenentfernung von 120 Mm. den Ausdruck

$$V = 1{\cdot}53$$

Dieses berechnete Verhältniss der Widerstände der Kreisscheibe bei den oben angegebenen Lagen der Elektroden suchte ich durch Versuche zu prüfen. Als Stromquelle diente ein Noë'sches Thermoelement. Die Intensität des Stromes wurde mittelst einer Sinusboussole gemessen, an welcher immer drei Ablesungen vorgenommen wurden. Die erste Ablesung wurde gemacht, wenn die Stromquelle direct mit der Sinusboussole in Verbindung stand. Da der Widerstand derselben 163 *S. E.* und der Widerstand der übrigen Leitung sammt dem Elemente in runder Zahl 1 *S. E.* betrug, war der Gesammtwiderstand der Leitung somit

$$= 164\ S.\ E.$$

Die zweite und dritte Ablesung wurde vorgenommen, wenn in die Leitung noch die Kreisscheibe eingeschaltet war und zwar bei den Elektrodenentfernungen von 120 Mm. und 40 Mm.

Die folgende Tabelle enthält nun einige darauf bezügliche Versuche und zwar enthält die mit α_0 überschriebene Rubrik die an der Sinusboussole abgelesenen Ablenkungen, wenn dieselbe allein in den Stromkreis eingeschaltet war, die mit α_1 und α_2 überschriebenen Rubriken enthalten die Versuche, wenn der Strom ausserdem noch die Kreisscheibe durchsetzte. α_1 sind dann die Ablenkungen bei der Entfernung der Elektroden von 120 Mm. und α_2 die Ablenkungen bei der Entfernung von 40 Mm.

Die letzte Rubrik enthält die Verhältnisszahl der Widerstände bei den hier angegebenen Elektrodenentfernungen.

	α_0	α_1	α_2	V
I.	58°	12°	16° 30'	1·55
	56 54'	11 45'	16 18	1·56
	57 48	11 6	15 45	1·60
	56 42	11 6	15 36	1·57
II.	47 45	8 54	12 30	1·55
	47 30	9	12 30	1·54
	46 45	8 45	12 18	1·56
	47 45	8 30	12 15	1·60

I. und II. sind zwei zu verschiedenen Zeiten angestellte Versuchsreihen.

Berechnet man das arithmetische Mittel der aus diesen Versuchen sich ergebenden Verhältnisszahlen, so erhält man dasselbe

$$= 1·56$$

welche Zahl mit der oben für diesen Fall berechneten

$$1·53$$

nahe übereinstimmt.

Um die Übereinstimmung der Theorie mit dem Versuche noch ersichtlicher zu machen, folgen noch Versuche auf demselben Durchmesser mit den Elektrodenentfernungen von 120 Mm. und 172 Mm.

Berechnet man abermals die Verhältnisszahl der Widerstände der Kreisscheibe bei diesen Elektrodenentfernungen, wenn der Widerstand bei der Entfernung der Elektroden von 120 Mm. gleich der Einheit gesetzt wird, so ergibt sich aus obiger Formel (1)

$$V = 1·44$$

In folgender Tabelle enthält die Rubrik

α_0 abermals die Ablenkungswinkel an der Sinusboussole, wenn dieselbe allein eingeschaltet war,

α_1 die Ablenkungswinkel, wenn ausserdem in den Stromkreis die Kreisscheibe mit den Elektrodenentfernungen von 172 Mm. und

α_2 die Ablenkungswinkel, wenn in den Stromkreis die Kreisscheibe mit der Elektrodenentfernung von 120 Mm. eingeschaltet war.

	α_0	α_1	α_2	V
I.	56° 30'	9° 9'	12° 9'	1·43
	56	9	12	1·44
	55 30	9	12	1·44
	55 30	9	11 45	1·41
II.	55 15	9 48	13	1·43
	54 30	9 48	13	1·44
	55	9 36	12 54	1·46

Berechnet man aus diesen zwei Versuchsreihen das arithmetische Mittel, so findet man dasselbe

$$= 1\cdot 43$$

Dieses stimmt mit dem für diesen Fall berechneten Werthe, welcher

$$= 1\cdot 44$$

gefunden wurde, sehr gut überein.

Um zu beweisen, dass die von Kirchhoff aufgestellte Gleichung nicht nur dann ihre volle Geltung besitzt, wenn die Elektroden auf einem und demselben Durchmesser angebracht werden, sondern auch dann, wenn die Elektroden an zwei verschiedenen Stellen der Scheibe sich befinden, lasse ich noch einige Versuche folgen, in welchen sich die Elektroden an zwei aufeinander senkrecht stehenden Durchmessern in gleichem Abstande vom Mittelpunkte der Scheibe befanden. Die Entfernungen der Elektroden vom Mittelpunkte betrugen in dem einen Falle 60 Mm., im zweiten Falle 86 Mm. Substituirt man diese Grössen in die oben angegebene Gleichung (2), so erhält man, indem man abermals den Widerstand der Kreisscheibe bei der Elektrodenentfernung von 60 Mm. vom Mittelpunkte der Scheibe $= 1$ setzt, die Verhältnisszahl

$$V = 1\cdot 48$$

Folgende Tabelle, deren Einrichtung aus dem Früheren klar sein wird, enthält nun einige darauf bezügliche Versuche.

α_0	α_1	α_2	V
50° 15'	9° 36'	13° 24'	1·48
50	9 48	13	1·45
50 30	9 39	13	1·48
50	9	12 30	1·53
49 48	9	12 30	1·53
50 30	9	12 15	1·49
55 45	10 30	14 30	1·53
55 45	10 27	14 30	1·54

Vergleicht man das aus diesen Versuchen berechnete arithmetische Mittel

1·50

mit dem oben berechneten Werthe

1·48

so sehen wir, dass diese Zahlen sehr nahe übereinstimmen.

Es geht somit aus allen hier mitgetheilten Versuchen hervor, dass die von Kirchhoff aufgestellte Gleichung für den Widerstand einer begrenzten Kreisscheibe mit der Erfahrung übereinstimmt. Was die Versuche selbst anbelangt, muss ich noch bemerken, dass der Stromkreis immer nur so lange geschlossen war, als zur Ablesung nothwendig war, dann wurde die Stromrichtung gewechselt und die Ablenkung abermals abgelesen. Es zeigte sich in der Regel, dass die Ablenkungen bei directer und gewechselter Stromrichtung genau dieselben waren. Die Polarisation war in diesen Versuchen von keinem Einflusse, die kleine elektromotorische Kraft eines Noë'schen Elementes, die nahezu $^1/_{10}$ eines Daniell beträgt, liess keine Spur derselben erkennen. Erst als ich ein Bunsen'sches Element als Stromquelle benützte, konnte ich nur bei der kleinsten Entfernung der Elektroden (nämlich bei 40 Mm.) eine Ablenkung an der Sinusboussole etwa 30 Minuten beobachten. Ein anderer Umstand wirkte

aber störend auf diese Versuche. Wurde der Strom länger geschlossen, so bedeckten sich die Elektroden mit feinen Krystallen, welche dann einen störenden Übergangswiderstand zur Folge hatten. Es mussten somit die Elektroden nach jeder Versuchsreihe gereinigt und frisch amalgamirt werden. Ich benutzte meistens ganz frische Elektroden, die in die Durchbohrungen der Kreisscheibe vor jeder Versuchsreihe eingesetzt waren.

Zum Schlusse will ich noch zeigen, dass die Kirchhoff'sche Gleichung mit der von Smaasen aufgestellten Gleichung übereinstimmt.

Smaasen[1] gelangte bekanntlich auf einem anderen Wege zu dem Ausdrucke für den Widerstand einer unbegrenzten Ebene bei verschiedener Lage der Elektroden.

Die Gleichung, welche Smaasen aufgestellt hat, ist

$$w = \frac{1}{\pi k \delta} \log \frac{2a}{\rho}$$

In dieser Gleichung bezeichnet $2a$ die Entfernung der Elektroden auf der Scheibe.

Wenn man in der für den speciellen Fall transformirten Kirchhoff'schen Gleichung (1)

$$w = \frac{1}{\pi k \delta} \log \frac{2a}{\rho} \frac{r^2 + a^2}{r^2 - a^2}$$

den Radius unendlich wachsen lässt, also

$$\lim r = \infty$$

setzt, so geht diese Gleichung in

$$w = \frac{1}{\pi k \delta} \log \frac{2a}{\rho}$$

über.

Zu demselben Ausdrucke gelangt man aus der Gleichung (2)

$$w' = \frac{1}{2\pi k \delta} \log \frac{2a^2}{\rho^2} \frac{r^4 + a^4}{(r^2 - a^2)^2}$$

wenn man

---

[1] Smaasen. Pogg. Ann. Bd. 69, S. 161, 1846.

$$\lim r = \infty$$

setzt.

Man erhält

$$w' = \frac{1}{\pi k \delta} \log \frac{a\sqrt{2}}{\rho}.$$

In dieser Gleichung bezeichnet, wie oben angegeben wurde, a die Entfernung der Elektroden vom Mittelpunkte der Scheibe, somit ist $a\sqrt{2}$ die Entfernung der Elektroden von einander. Bezeichnet man diese mit $2a$, so gelangt man abermals zu der von Smaasen für eine unendliche Ebene aufgestellten Gleichung des Widerstandes, nämlich zu

$$w' = \frac{1}{\pi k \delta} \log \frac{2a}{\rho}.$$

Zuletzt sei mir noch gestattet, dem Herrn Prof. Dr. v. Waltenhofen, der mir bei der Zusammenstellung der experimentellen Behelfe seine Unterstützung zu Theil werden liess, meinen innigsten Dank auszusprechen.

XXIV. SITZUNG VOM 23. OCTOBER 1873.

Herr Prof. Dr. J. Oellacher in Innsbruck übermittelt eine Abhandlung, betitelt: ***Terata mesodidyma*** von ***Salmo Salvelinus*** nebst Bemerkungen über einige andere an Fischen beobachtete „Doppelmissbildungen".

Herr Director Dr. J. Stefan theilt die Resultate seiner „Versuche über die Verdampfung" mit.

Herr Dr. J. Peyritsch überreicht eine Abhandlung: „Beiträge zur Kenntniss der Laboulbenien".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg: Mémoires. VIIe Série, Tome XVIII, Nrs. 8—10; Tome XIX, Nrs. 1—2. St. Pétersbourg, 1872; 4°. — Bulletin. Tome XVII, Nrs. 4—5; Tome XVIII, Nrs. 1—2. St. Pétersbourg, 1872; 4°.

Alpenverein, Deutscher und Österreichischer: Zeitschrift. Jahrgang, 1872, Heft 4. München; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 30. Wien, 1873; 8°.

Archiv der Mathematik und Physik. Gegründet von J. A. Grunert, fortgesetzt von R. Hoppe. LX. Theil, 2. Heft. Greifswald, 1873; 8°.

Beobachtungen, Schweizer. Meteorologische. Mai, Juni, Juli 1872. Zürich; 4°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLVIIe. Nrs. 187—188. Genève, Lausanne, Paris, 1873; 8°.

Central-Observatorium, Physikalisches, zu St. Petersburg: Annalen. Jahrgang 1871. St. Petersburg, 1872; 4°.

, R., Geologico d'Italia: Bollettino. Anno 1873, Nr. 7 & 8. Firenze; 8⁰.

mptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 14. Paris, 1873; 4⁰.

sthuis, Nederlandsch, voor Ooglijders: Dertiende jaarlijksch rslag. 1872. Utrecht; 8⁰.

otsı ıap, Bataviaasch, van Kunsten en Wetenschappen: Verhandelingen. Deel XXXIV & XXXV. Batavia, 1870; 4⁰.

— lschrift voor Indische taal-, land- en volkenkunde. VIII (VI. Serie. Deel I.) Aflev. 2; Deel XX (VI. Serie. . 1—2. Batavia, 1871; 8⁰. — Notulen. Deel VIII. ta 1871; 8⁰.

haft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Band, Wien, 1873; 4⁰.

erein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang. ı, 1873; 4⁰.

rg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1872/3. 4⁰ & 8⁰.

buch über die Fortschritte der Mathematik von C. Ohrtmann, F. Müller & A. Wangerin. III. Band. Jahrgang 1871. Heft 2. Berlin, 1873; 8⁰.

Jahresberichte: siehe Programme.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 21. Graz, 1873; 4⁰.

Lotos. XXIII. Jahrgang. Juli—September 1873. Prag; 8⁰.

Marshall, William E., A Phrenologist amongst the Todas or the Study of a Primitive Tribe in South India, History, Character, Customs, Religion, Infanticide, Polyandry, Language. London, 1873; 8⁰.

Mittheilungen des k. k. techn. & administrat. Militär-Comité. Jahrgang 1873, 5. & 6. Heft. Wien; 8⁰.

— Mineralogische, gesammelt von G. Tschermak. Jahrgang 1873, Heft 2. Wien; gr. 8⁰.

Museum of Comparative Zoology at Harvard College, in Cambridge: Annual Report for 1871. Boston, 1872; 8⁰. — Illustrated Catalogue. Nrs. IV. V & VI. Cambridge, 1871 & 1872; 4⁰.

iture. Nr. 207. Vol. VIII. London, 1873; 4°.

ogramme und Jahresberichte der Gymnasien zu Arnau, Brixen, Brünn, Capodistria, Eger, Hermannstadt, Kronstadt, Böhm. -Leipa, Leoben, Marburg, Pilsen, Pressburg, Roveredo, Schässburg, Sin, Teschen, Trient, Vinkovci, des akadem. Gymnasiums, des Gymnasiums zu den Schotten und der k. k. Theresianischen Akademie in Wien, der Landes-Oberrealschule zu Wiener-Neustadt, der k. k. Forst-Akademie zu Mariabrunn und der k. k. technischen Hochschule zu Wien. 1872/73 & 1873/74. 4° & 8°.

eichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXIII. Band. Jahrgang 1873. August—November-Heft. Wien; 8°.

Revue politique et littéraire", et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". IIIe Année, 2e Série, Nr. 16. Paris, 1873; 4°.

ociété de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève: Mémoires. Tome XXII; Tome XXIII, 1re Partie. Genève, Paris, Bale 1873; 4°.

— Botanique de France: Bulletin. Tome XXe 1873. Comptes rendus des séances 1; Revue bibliographique A. Paris; 8°.

— Médico-Chirurgicale des Hôpitaux et Hospices (Société de Médecine et de Chirurgie) de Bordeaux: Mémoires et Bulletins. Tome VI. 1871; 1er & 2^{d} fasc. de 1872. Bordeaux, 1871 & 1873; 8°.

— des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux: Extrait des procès-verbaux des séances. Bordeaux, 1869; 8°.

— d'Histoire naturelle de Colmar: Bulletin. 1re Année. 1860; 4e—10e Années. 1863—1869. Colmar, 1860—1870; 8°. — Bibliothèque de la Société d'Histoire naturelle de Colmar. 1869; 8°.

— Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XVIIe Année, Nr. 3 & 4. Constantinople, 1873; 4°.

trassburg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften für das Jahr 1872/3. 4° & 8°.

Studenten-Kalender, Fromme's Österreichischer, für das Studienjahr 1873. X. Jahrgang. Von Dr. Karl Czuberka. Wien; 12°.

Verein, physikalischer, zu Frankfurt am Main: Jahres-Bericht für 1871—1872. Frankfurt a. M., 1873; 8°.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftliche Veterinärkunde. XL. Band, 1. Heft. Wien, 1873; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 42. Wien, 1873; 4°.

Betrachtung der allgemeinen Bewegungsform starrer Körper vom Gesichtspunkte einer Gyralbewegung.

Von **Joseph Finger,**
Professor an der Staats-Oberrealschule zu Laibach.

(Mit 2 Holzschnitten.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. Juni 1873.)

Die partielle rotirende Bewegung eines in beliebiger Bewegung begriffenen starren Körpers, deren Axe die „augenblickliche Rotationsaxe“ ist, lässt sich nach dem Satze vom Parallelogramme der Winkelgeschwindigkeiten in componentale Rotationen um zwei beliebige orthogonale Axen, in deren Ebene die erstere Axe gelegen ist, zerlegen. Interessante allgemeine Beziehungen, die auf alle Bewegungsformen starrer Körper, mit besonderem Vortheile aber auf die Untersuchung einer besonderen Gattung wichtiger Bewegungsarten — so der Bewegung der Himmelskörper, des Kreisels, des rotirenden Projectils u. s. w. — anwendbar sind, ergeben sich nun wenn man zu einer der beiden Axen dieser Rotationscomponenten eine Axe R wählt, die während der Bewegung des Körpers stets dieselben materiellen Punkte des letzteren in sich fasst, oder, falls sie ausserhalb der körperlichen Masse gelegen ist, wenigstens dieselbe relative Lage zu den materiellen Theilchen des Körpers beibehält, also mit dem starren Systeme unveränderlich verbunden, kurz — die eine „materielle Axe“ ist. Die Axe der zweiten Rotationscomponente liegt in der durch die Axe R und die augenblickliche Rotationsaxe gelegten Ebene und steht auf der ersteren senkrecht. In Betreff dieser zweiten Rotationscomponente ist zu erwägen, dass eine jede Rotation eines starren Körpers um irgend eine Axe in allen ihren Phasen vollkommen genau schon durch die Bewegung einer materiellen Geraden bestimmt ist, die gegen die Drehaxe stets dieselbe relative Lage beibehält, und deren rotirende Bewegung

um diese Axe durch keine andere etwa gleichzeitig stattfindende Bewegung beeinflusst wird; es sind demnach auch alle Bewegungszustände der componentalen Rotation des starren Körpers um die besagte zweite Axe durch die Bewegungsart der zur letzteren Axe normalen und an der gleichzeitigen Rotation um sich selbst nicht theilnehmenden Axe R völlig determinirt. Somit reducirt sich die allgemeine Bewegungsform starrer Körper — abgesehen von der progressiven Bewegungscomponente — auf eine rotirende Bewegung des starren Körpers um eine materielle Axe R, die jedoch im Allgemeinen gleichzeitig ihre absolute Lage im Raume nach gewissen Gesetzen stetig ändert, also auf eine „Gyralbewegung".

Der eingehenden allgemeinen Betrachtung dieser Bewegungsform soll die vorliegende Abhandlung gewidmet sein, und zwar soll im ersten Theile (A) die Gyralbewegung nach ihrer kinematischen Seite hin behandelt, und im zweiten, dem dynamischen Theile (B) die einfachsten, doch allgemeinen dynamischen Bewegungsgleichungen derselben abgeleitet werden. Da die progressive Bewegungscomponente des starren Körpers durch die aus den allbekannten einfachen Bewegungsgleichungen bestimmbare Bewegung des Schwerpunktes G vollkommen determinirt ist, so soll dieselbe nicht in den Rahmen dieser Abhandlung einbezogen und hier stets nur die partielle rotirende Bewegung des Systems um den demgemäss als fix gedachten und in der augenblicklichen Axe, wie auch in der Axe R, gelegenen Schwerpunkt erörtert werden.

A.

Ein beliebiges fixes orthogonales Axensystem sei zu Grunde gelegt.

Diesem frei gewählten Coordinatensysteme entsprechend, sei, um die beiden im Allgemeinen möglichen entgegengesetzten Arten der Drehung und der Winkelgeschwindigkeit durch die Qualitätszeichen unterscheiden zu können, unter positiver / negativer Drehung bezüglich einer gegebenen Drehaxenrichtung jene ver-

standen, die bezüglich der letzteren Richtung im gleichen / entgegengesetzten Sinne vor sich geht, wie die Drehung von der positiven X-Richtung aus nach der positiven Y-Richtung — bezüglich der positiven Z-Richtung — unter welch' letzterer Drehung die Drehung um den Winkel $+\frac{\pi}{2}$ verstanden sein soll, die eine längs der positiven Richtung der Z-Axe aufgestellte, mit den Füssen im Ursprunge stehende Figur ausführen muss, damit ihr Gesicht, mit dem sie anfänglich nach der positiven X-Richtung zugekehrt ist, schliesslich in Folge der Drehung nach der positiven Y-Richtung gewendet sei.

In diesem Sinne ist dann ersichtlicherweise auch sowohl die Drehung von der positiven Z-Richtung aus nach der positiven X-Richtung — bezüglich der positiven Y-Richtung — als auch die Drehung von der positiven Y-Richtung aus nach der positiven Z-Richtung — bezüglich der positiven X-Richtung — eine positive.

Der in der Einleitung erörterten Anschauungsweise gemäss findet zunächst bei der allgemeinen Bewegung eines starren Körpers eine componentale Rotation desselben um eine beliebig zu wählende materielle Schwerpunktsaxe R statt. Die Richtcosinus der später festzustellenden positiven Richtung dieser materiellen Rotationsaxe seien mit a, b, c bezeichnet.

Ausser dieser Rotation des starren Körpers findet jedoch wegen der stetigen Änderung der absoluten Lage der Axe R eine Bewegung der letzteren Axe selbst statt, die sich gleichfalls als eine gleichzeitig mit und neben der ersterwähnten Rotation des Körpers vor sich gehende, jedoch von derselben unabhängige Rotationsbewegung betrachten lässt.

Mag nämlich die rotirende Bewegung des ganzen Systems um den Schwerpunkt wie immer geartet sein, so durchläuft die Axe R, da der Schwerpunkt als fix gedacht werden kann, gleichzeitig im Allgemeinen eine ideelle Kegelfläche, deren Spitze der Schwerpunkt ist. Nach Verlauf des der Zeit t unmittelbar folgenden unendlich kleinen Zeitelementes dt nimmt die Axe R in dieser Kegelfläche die Richtung $(a+da, b+db, c+dc)$ ein, die mit der benachbarten Anfangsrichtung (a, b, c) den

en Winkel $d\varphi$ einschliesst, und zwar bewegt sie sich in
iem Zeittheilchen dt in der durch die Richtung (a, b, c) an die
gelfläche gelegten Tangentialebene. Es findet demnach in
n Zeitelemente dt eine rotirende Bewegung der Axe R selbst
die durch den Schwerpunkt gelegte Normale K der besagten
ntialebene — entsprechend dem Rotationswinkel $d\varphi$ —
.. Diese demgemäss als Rotationsaxe der Axenbewegung fun-
ende Normale K führt den Namen „Kippaxe". Da dieselbe
end der Bewegung des Körpers nicht nur im Allgemeinen
olute Lage im Raume, sondern auch ihre relative Lage
er ändert, so ist sie im Allgemeinen, zum Unterschiede
der materiellen Axe R, eine „ideelle" Axe.

Zur positiven Richtung der Kippaxe wählen wir jene,
h welcher die besagte thatsächlich stattfindende Dre-
r positiven Richtung der Axe R um den Winkel $d\varphi$ als
ositive erscheint. Bezeichnet man die Richtcosinus dieser
tung mit a', b', c', so sind dieselben bekanntlich durch die
tionen bestimmt:

$$a' = \frac{b\frac{dc}{dt} - c\frac{db}{dt}}{\frac{d\varphi}{dt}}$$

$$b' = \frac{c\frac{da}{dt} - a\frac{dc}{dt}}{\frac{d\varphi}{dt}} \qquad 1)$$

$$c' = \frac{a\frac{db}{dt} - b\frac{da}{dt}}{\frac{d\varphi}{dt}}$$

Dass in diesen Gleichungen der Nenner nicht negativ genommen werden darf, erhellt aus folgender Betrachtung: Bringt man statt der Differentiale da, db, dc, $d\varphi$ die entsprechenden endlichen Änderungen Δa, Δb, Δc, $\Delta\varphi$ in Rechnung, d. h. lässt man die Richtung (a, b, c) statt in die unmittelbar benachbarte Richtung $a+da$, $b+db$, $c+dc$ in die weiter entfernte gleichfalls in der Tangentialebene gelegene Richtung $a+\Delta a$, $b+\Delta b$, $c+\Delta c$, die gegen die erstere unter dem endlichen Winkel $\Delta\varphi$ geneigt

t, übergehen, so entspricht, wie bekannt, der Richtcosinus c' :r Normalen der beiden Richtungen der Doppelgleichung:

$$c' = \frac{a(b+\Delta b) - b(a+\Delta a)}{\pm \sin \Delta\varphi} \qquad 2)$$

Der obigen Voraussetzung gemäss soll die Drehung von ler Richtung (a, b, c) aus nach der Richtung $(a+\Delta a, b+\Delta b, c+\Delta c)$ um den positiven Winkel $\Delta\varphi$ — bezüglich der Richtung (a', b', c') — eine positive sein; es müsste somit, wenn die erstere Richtung in einem speciellen Falle die positive X-Richtung und die zweite die positive Y-Richtung wäre, — zufolge des früher aufgestellten Begriffes der positiven Drehung — die letztere Richtung (a', b', c') die positive Z-Richtung und $\Delta\varphi = +\frac{\pi}{2}$ sein. Daher müssen die zugehörigen Werthe $a=1$, $b=0$, $a+\Delta a=0$, $b+\Delta b=1$, $c'=1$ und $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2}$ die Relation 2) befriedigen, was nur für das obere, nämlich positive Zeichen des Nenners $\sin\Delta\varphi$ möglich ist. Dass nun durch Übergang auf Differentialquotienten die Gleichung 2) in die letzte der Gleichungen 1) direct übergeht, somit der Nenner $\frac{d\varphi}{dt}$ in dieser, demnach auch in den beiden anderen der Gleichungen 1) nicht ein negatives Qualitätszeichen erhalten kann, ist sofort ersichtlich.

Ausser den beiden behandelten Schwerpunktsaxen R und K, die sich unmittelbar aus der Art der betrachteten Bewegung ergeben haben, wählen wir dem rechtwinkligen Coordinatensysteme entsprechend noch eine dritte, im Allgemeinen ideelle Schwerpunktsaxe, die auf den beiden ersteren senkrecht steht, und die den Namen „Nebenaxe“ führen und mit N bezeichnet sein soll. Ihre positive Richtung, deren Richtcosinus (a'', b'', c'') seien, sei derart gewählt, dass die Drehung von der positiven Richtung der Axe K nach der positiven Richtung der Axe N — bezüglich der positiven Richtung der Axe R — eine positive sei. Wegen der normalen Lage der drei genannten Schwerpunktsaxen ist

$$a'' = \pm(bc' - b'c)$$

$$b'' = \pm(ca' - c'a)$$

$$c'' = \pm(ab' - a'b)$$

Da zufolge der Wahl der positiven Richtung der Axe N und des Begriffes der positiven Drehung den besonderen Werthen $a=0$, $c=1$, $a'=1$, $c'=0$ der Werth $b''=1$ entsprechen müsste, so kann in der zweiten der drei letzteren Doppelgleichungen, somit auch in den beiden anderen nur das obere positive Zeichen Giltigkeit haben, und es ist daher

$$\left.\begin{aligned} a'' &= bc' - b'c \\ b'' &= ca' - c'a \\ c'' &= ab' - a'b \end{aligned}\right\} \quad 3)$$

Durch Substitution der Werthe von a', b', c' aus 1) in diese Gleichungen ergeben sich mit Berücksichtigung der Gleichung $a^2+b^2+c^2=1$ die Werthe

$$\left.\begin{aligned} a'' &= -\frac{\frac{da}{dt}}{\frac{d\varphi}{dt}} = -\frac{da}{d\varphi} \\ b'' &= -\frac{\frac{db}{dt}}{\frac{d\varphi}{dt}} = -\frac{db}{d\varphi} \\ c'' &= -\frac{\frac{dc}{dt}}{\frac{d\varphi}{dt}} = -\frac{dc}{d\varphi} \end{aligned}\right\} \quad 4)$$

Nachdem nun die für die Bewegung des Körpers massgebenden Schwerpunktsaxen K und N ihrer relativen Lage und Richtung nach genau bestimmt worden sind, ist es möglich, in die nähere Betrachtung der einzelnen Bewegungsmomente einzugehen.

Wie aus der durchgeführten Untersuchung erhellt, ist die Lage der Axen K und N blos durch die jeweilige Lage und den Bewegungszustand der Axe R bestimmt, und da sich die letzteren Umstände stetig ändern, so findet auch eine stetige

Änderung der Lagen der beiden ersteren Axen, somit eine blos von der Eigenbewegung der Axe R abhängige Bewegung des betrachteten Schwerpunktsaxensystems statt. Von dieser Bewegung des Axensystems wollen wir die zu gleicher Zeit in Bezug auf dieses Axensystem R, K, N im Allgemeinen vor sich gehende, demnach blos relative Rotation des starren Körpers um die materielle Axe R, die künftighin Kürze halber mit dem Namen „selbstständige Rotation" des Körpers bezeichnet werden soll, trennen. Zugleich sei die früher unentschieden gelassene positive Richtung der Axe R derart gewählt, dass bezüglich derselben die selbstständige Rotation des Körpers als eine positive Drehung erscheint.

Demgemäss kann man, da die Ebene der Axen K und N stets parallel zur Bahn der materiellen Punkte des Körpers bleibt, als relativen Rotationswinkel eines beliebigen materiellen Punktes M des Systems jenen positiven Winkel ϑ betrachten, den der Radius vector r des Punktes M — d. i. die von M auf die materielle Rotationsaxe R geführte Normale, die eine materielle Gerade ist und wegen der Starrheit des Systems einen unveränderlichen Werth hat, so dass $\frac{dr}{dt} = 0$ ist — etwa mit der positiven Richtung der Kippaxe K einschliesst. Es ist somit ϑ der Projectionswinkel des Radius vector r — auf die Kippaxe als Projectionsaxe bezogen — wobei man sich den Winkel ϑ, damit ϑ — entsprechend der früheren Wahl der positiven Richtung der Axe R — mit der Zeit zunehme, durch eine — bezüglich der positiven Richtung der Axe R — positive Drehung von der positiven Richtung der Kippaxe aus entstanden denken muss. Bezeichnet man demnach mit

p, q die algebraischen Werthe d. Projectionen von r auf die Kippaxe, Nebenaxe,

so ist offenbar

$$p = r \cos \vartheta$$
$$q = r \sin \vartheta \qquad 5)$$

Dass dann die relative Winkelgeschwindigkeit ν — die Winkelgeschwindigkeit der selbstständigen Rotation —,

die wir kurzweg **selbstständige Rotationsgeschwindigkeit** des starren Körpers nennen wollen, durch

$$\eta = \frac{d\vartheta}{dt} \qquad 6)$$

und zwar, da nach Obigem ϑ mit der Zeit zunimmt, ihrem absoluten Zahlwerthe nach, ferner die **relative Winkelbeschleunigung** durch $\frac{d\eta}{dt} = \frac{d^2\vartheta}{dt^2}$, und zwar auch ihrem algebraischen Werthe nach bestimmt sei, ist sofort klar.

Wir wollen nun zur Erörterung der von der selbstständigen Rotation des Körpers völlig unabhängigen Bewegung des Axensystems R, K, N übergehen.

Es findet in dieser Beziehung zunächst, wie früher auseinandergesetzt wurde, eine rotirende Bewegung der Axe R um die Kippaxe K, und zwar, da in der Zeit dt die Richtung der Axe R sich um den positiven Winkel $d\gamma$ geändert hat, mit der stets positiven Winkelgeschwindigkeit $\gamma = \frac{d\gamma}{dt}$ vor sich, welch' letztere Winkelgeschwindigkeit γ Kürze halber „**Kippgeschwindigkeit**" benannt werden möge. Diese ist, da während der Zeit dt die Richtung a, b, c in die Richtung $a+da$, $b+db$, $c+dc$ übergeht, durch den Werth bestimmt:

$$\gamma = \frac{d\gamma}{dt} = + \sqrt{\left(\frac{da}{dt}\right)^2 + \left(\frac{db}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dc}{dt}\right)^2} \qquad 7)$$

Die **Kippbeschleunigung** hat entsprechend den Werth $\frac{d\gamma}{dt} = \frac{d^2\gamma}{dt^2}$, der bald positiv, bald negativ sein kann.

Aber auch die Kippaxe K hat im Allgemeinen keine constante Lage, da sich nach 1) die Richtcosinus a', b', c' derselben mit der Zeit ändern; auch die Kippaxe beschreibt, da der in derselben gelegene Schwerpunkt als fix angenommen werden kann, eine Kegelfläche, deren Spitze der Schwerpunkt ist, und rotirt aus Gründen, die den früheren analog sind, in dem Zeitelemente dt in der durch die Richtung a', b', c' gelegten Tangentialebene dieser Kegelfläche um einen Rotationswinkel, des-

n absoluter Werth mit $d\psi$ bezeichnet sei. Nimmt man als sitive Richtung der als Drehaxe dieser Rotation fungirenden ›rmalen dieser Tangentialebene jene Richtung an, bezüglich :lcher die in der Zeit dt stattfindende Drehung um den Win- :l $d\psi$ als positiv erscheint, so sind die Richtcosinus derselben . B, C und der absolute Werth der Winkelgeschwindigkeit eser Drehung $\frac{d\psi}{dt}$ aus Gründen, die den bei 1) und 7) ange- hrten analog sind, durch die Gleichungen gegeben:

$$A = \frac{b'\frac{dc'}{dt} - c'\frac{db'}{dt}}{\frac{d\psi}{dt}}$$

$$B = \frac{c'\frac{da'}{dt} - a'\frac{dc'}{dt}}{\frac{d\psi}{dt}} \qquad 8)$$

$$C = \frac{a'\frac{db'}{dt} - b'\frac{da'}{dt}}{\frac{d\psi}{dt}}$$

$$\frac{d\psi}{dt} = +\sqrt{\left(\frac{da'}{dt}\right)^2 + \left(\frac{db'}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dc'}{dt}\right)^2} \qquad 9)$$

Es handelt sich nun darum, den Werth von A, B, C durch lie ursprünglichen Richtcosinus a, b, c auszudrücken. Dazu liene folgendes Verfahren:

Aus den Gleichungen 1) folgt unmittelbar:

$$a'\frac{da}{dt} + b'\frac{db}{dt} + c'\frac{dc}{dt} = 0$$

$$a'a + b'b + c'c = 0 \qquad 10)$$

Durch Differentiation dieser Gleichungen ergeben sich aus denselben, wenn man Kürze halber mit k die Summe

$$k = a'\frac{d^2a}{dt^2} + b'\frac{d^2b}{dt^2} + c'\frac{d^2c}{dt^2} \qquad 11)$$

die Relationen

$$-k=\frac{da}{dt}\frac{da'}{dt}+\frac{db}{dt}\frac{db'}{dt}+\frac{dc}{dt}\frac{dc'}{dt}$$

$$a\frac{da'}{dt}+b\frac{db'}{dt}+c\frac{dc'}{dt}=0 \qquad 12)$$

Berücksichtigt man nun, dass $a'^2+b'^2+c'^2=1$, somit

$$a'\frac{da'}{dt}+b'\frac{db'}{dt}+c'\frac{dc'}{dt}=0$$

ist, so lässt sich aus der l[illegible]en und der zweiten Gleichung in 12) folgern:

$$\frac{\frac{da'}{dt}}{bc'-b'c}=\frac{\frac{db'}{dt}}{ca'-c'a}=\frac{\frac{dc'}{dt}}{ab'-a'b}$$

welche Relation zufolge 3) und [illegible] übergeht in:

$$\frac{\frac{da'}{dt}}{\frac{da}{dt}}=\frac{\frac{db'}{dt}}{\frac{db}{dt}}=\frac{\frac{dc'}{dt}}{\frac{dc}{dt}}$$

Diese letzteren Verhältnisse kommen auch dem aus denselben abgeleiteten Verhältnisse

$$\frac{\frac{da}{dt}\frac{da'}{dt}+\frac{db}{dt}\frac{db'}{dt}+\frac{dc}{dt}\frac{dc'}{dt}}{\left(\frac{da}{dt}\right)^2+\left(\frac{db}{dt}\right)^2+\left(\frac{dc}{dt}\right)^2}$$

gleich, so dass mit Rücksichtnahme auf 12) und 7) sich die Werthe ergeben:

$$\frac{da'}{dt}=-\frac{k}{\gamma^2}\frac{da}{dt}$$

$$\frac{db'}{dt}=-\frac{k}{\gamma^2}\frac{db}{dt} \qquad 13)$$

$$\frac{dc'}{dt}=-\frac{k}{\gamma^2}\frac{dc}{dt}$$

Aus den in 1) und 13) ausgedrückten Werthen lassen sich, $a^2+b^2+c^2=1$, und somit auch

$$a\frac{da}{dt}+b\frac{db}{dt}+c\frac{dc}{dt}=0$$

t, nach Einführung des Werthes 7) folgende Werthe ableiten:

$$\begin{aligned} b'\frac{dc'}{dt}-c'\frac{db'}{dt} &= a\frac{k}{\gamma} \\ c'\frac{da'}{dt}-a'\frac{dc'}{dt} &= b\frac{k}{\gamma} \\ a'\frac{db'}{dt}-b'\frac{da'}{dt} &= c\frac{k}{\gamma} \end{aligned} \qquad 14)$$

Führt man ebenso die Werthe aus 13) und 7) in 9) ein, so ndet man

$$\frac{d\psi}{dt}=+\sqrt{\frac{k^2}{\gamma^2}}$$

Da nun γ nach 7) positiv ist, so folgt, wenn man mit (k) en absoluten Zahlwerth der Summe k aus 11) bezeichnet,

$$\frac{d\psi}{dt}=\frac{(k)}{\gamma} \qquad 15)$$

Substituirt man die Werthe 14) und 15) in die Glei- iung 8), so lässt sich die Folgerung erschliessen: Es ist $A=$ $+a$, $B=+b$, $C=+c$, wenn k positiv, dagegen $A=-a$, $'=-b$, $C=-c$, wenn k negativ ist.

Es rotirt demnach in allen Fällen die Kippaxe K um die xe R, nur ist entweder die positive Richtung ABC der Dreh- te dieser Drehung — identisch mit der positiven Richtung er Axe R, oder der letzteren entgegengesetzt, je nachdem k ositiv oder negativ ist. Zufolge der früheren Wahl der posi- ven Richtung der Axe R heisst dies so viel, als: Es findet ie Drehung der Kippaxe K um die Axe R in demselben Sinne, ie die selbstständige Rotation des Körpers statt, wenn k

I , entgegengesetzten Sinne dagegen, wenn k negativ ist.

Um die geometrische Bedeutung des durch 11) bestimmten, hier massgebenden Werthes von k zu ermitteln, denke man sich um den Schwerpunkt G als Mittelpunkt eine beliebige Kugelfläche gelegt. Der Radius derselben sei D. Diese Kugelfläche durchschneidet die früher besprochene Kegelfläche, welche die Axe R im Allgemeinen während ihrer Bewegung beschreibt, in einer Curve doppelter Krümmung, und zwar ist, wenn man mit x, y, z die auf ein Axensystem, dessen Ursprung der Schwerpunkt ist, und dessen Axen parallel und gleichgerichtet zu den Axen des fixen orthogonalen Axensystems sind, bezogenen laufenden Coordinaten des in jener Kegelseite, welche die der Zeit t entsprechende Lage der Axe R hat, liegenden Punktes M der Curve bezeichnet,

$$\begin{aligned} x &= Da \\ y &= Db \\ z &= Dc \end{aligned} \tag{16}$$

Bedeutet ρ den absoluten Zahlwerth des ersten Krümmungshalbmessers für den Punkt M der Curve und bezeichnen λ, μ, ν die Richtwinkel der positiven Richtung dieses Hauptkrümmungshalbmessers, d. i. der Richtung vom Punkte M aus nach dem Krümmungsmittelpunkte, so ist

$$\begin{aligned} \cos\lambda &= \rho\,\frac{d^2x}{ds^2} \\ \cos\mu &= \rho\,\frac{d^2y}{ds^2} \\ \cos\nu &= \rho\,\frac{d^2z}{ds^2} \end{aligned} \tag{17}$$

und

$$\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 = \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2$$

Führt man die Werthe aus 16) in die letzte Gleichung ein, so findet man mit Berücksichtigung von 7), da γ positiv ist,

$$\begin{aligned} \frac{ds}{dt} &= D\gamma \\ \frac{d^2s}{dt^2} &= D\frac{d\gamma}{dt} \end{aligned} \tag{18)}$$

Da nun

$$\frac{dx}{dt} = \frac{dx}{ds} \cdot \frac{ds}{dt}$$

mit auch

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{d^2x}{ds^2}\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 + \frac{\frac{dx}{dt}}{\frac{ds}{dt}} \cdot \frac{d^2s}{dt^2}$$

t, so ist auch

$$\frac{d^2x}{ds^2} = \frac{\frac{d^2x}{dt^2}\frac{ds}{dt} - \frac{dx}{dt}\frac{d^2s}{dt^2}}{\left(\frac{ds}{dt}\right)^3}$$

Durch Substitution der Werthe 16) und 18) in die letzte leichung ergibt sich

$$\frac{d^2x}{ds^2} = \frac{\gamma\frac{d^2a}{dt^2} - \frac{da}{dt}\frac{d\gamma}{dt}}{D \cdot \gamma^3}$$

mit, wenn man diesen und die analog zu bestimmenden Werthe n $\frac{d^2y}{ds^2}$, $\frac{d^2z}{ds^2}$ in 17) substituirt:

$$\begin{aligned} \cos\lambda &= \frac{\rho}{D} \cdot \frac{\gamma\frac{d^2a}{dt^2} - \frac{da}{dt}\frac{d\gamma}{dt}}{\gamma^3} = -\frac{\rho}{D} \cdot \frac{\frac{da''}{dt}}{\gamma} \\ \cos\mu &= \frac{\rho}{D} \cdot \frac{\gamma\frac{d^2b}{dt^2} - \frac{db}{dt}\frac{d\gamma}{dt}}{\gamma^3} = -\frac{\rho}{D} \cdot \frac{\frac{db''}{dt}}{\gamma} \\ \cos\nu &= \frac{\rho}{D} \cdot \frac{\gamma\frac{d^2c}{dt^2} - \frac{dc}{dt}\frac{d\gamma}{dt}}{\gamma^3} = -\frac{\rho}{D} \cdot \frac{\frac{dc''}{dt}}{\gamma} \end{aligned} \tag{19)}$$

Bezeichnet man den Winkel, den die positive Richtung der Kippaxe K, deren Richtcosinus a', b', c' sind, mit der positiven Richtung des Krümmungshalbmessers einschliesst, mit ϑ, so ist

$$\cos\vartheta = a'\cos\lambda + b'\cos\mu + c'\cos\nu$$

oder nach Einführung der Werthe aus 19) mit Rücksichtnahme auf die erste Gleichung in 10)

$$\cos\vartheta = \frac{\rho}{D}\cdot\frac{a'\frac{d^2a}{dt^2}+b'\frac{d^2b}{dt^2}+c'\frac{d^2c}{dt^2}}{\gamma^2}$$

somit zufolge des Werthes k in 11)

$$\cos\vartheta = \frac{\rho}{D}\cdot\frac{k}{\gamma^2}$$

und

$$k = \frac{D}{\rho}\cdot\gamma^2.\cos\vartheta \qquad 20)$$

woraus die geometrische Bedeutung des k sofort erhellt.

Das Qualitätszeichen von k, auf das es Früherem zufolge vorzugsweise ankömmt, hängt nach 20), da D und ρ absolute Zahlwerthe sind, lediglich von dem Winkel ϑ ab. Da nun nach Obgesagtem die positive Richtung des Krümmungshalbmessers vom laufenden Punkte M nach dem Krümmungsmittelpunkte hin geht, somit in die concave Seite der von der positiven Richtung der Axe R zur Zeit dt durchlaufenen Flächenelementes der besprochenen Kegelfläche fällt, so ist der Winkel ϑ dann ein spitzer, somit $\cos\vartheta$, daher auch zufolge 20) k positiv, wenn auch die positive Hälfte der Kippaxe K auf die concave Seite des besagten Kegelflächensectors fällt; dagegen k der Gleichung 20) gemäss negativ, wenn ϑ stumpf, somit, wenn die positive Kippaxe auf die convexe Seite des Sectors fällt. Im ersteren Falle erfolgt früher Gesagtem zufolge die Drehung der Kippaxe in gleichem Sinne, wie die selbstständige Rotation des Körpers, in letzterem Falle im entgegengesetzten Sinne.

Fig. 1 und Fig. 2 soll das Besprochene für den besonderen Fall, wo die von der Axe R beschriebene Kegelfläche eine senk-

Fig. 1.

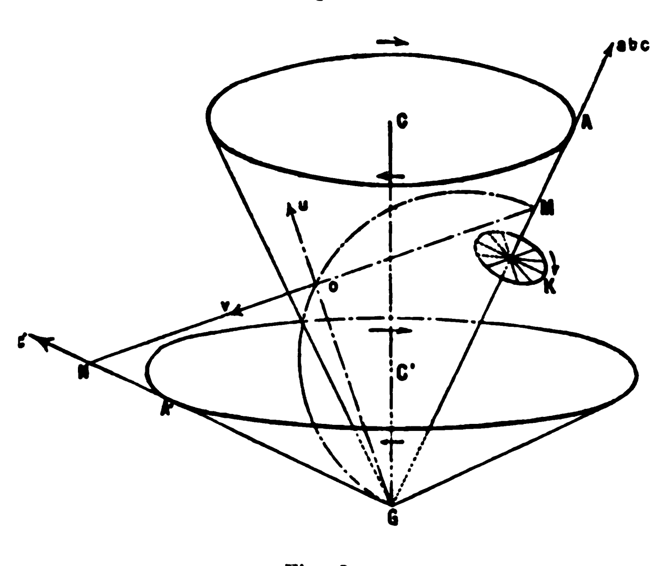
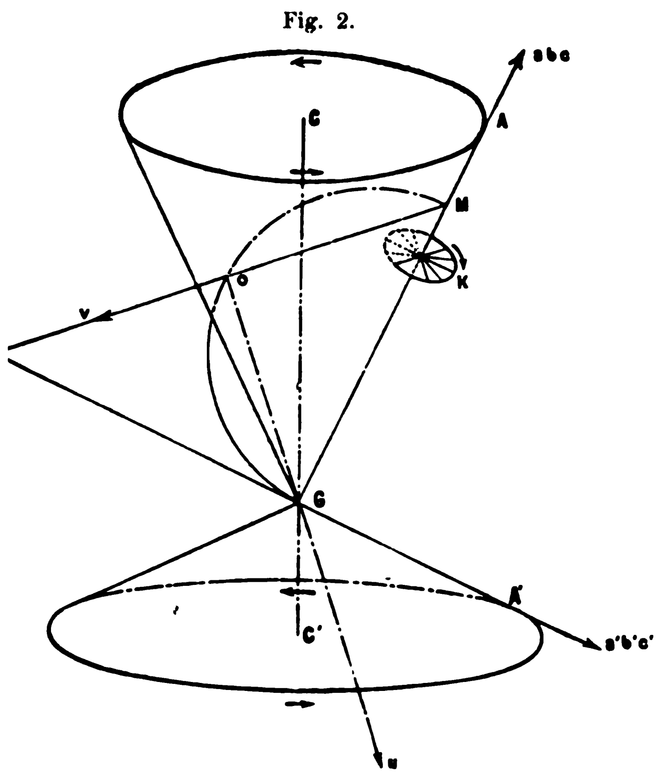


Fig. 2.



rechte circuläre Kegelfläche ist, veranschaulichen. Beide Figuren entstehen durch die Drehung des rechten Winkels AGA' um die Gerade CG. Die für sich rotirende Scheibe K (Fig. 1 und 2) repräsentire den rotirenden starren Körper, GA stelle die positive Richtung der materiellen Rotationsaxe R, GA' die positive Richtung der Kippaxe K vor. Die Fig. 1 entspricht einem positiven k, Fig. 2 einem negativen k. In Fig. 1 liegt GA' auf der concaven Seite, in Fig. 2 auf der convexen Seite des der Axe GA benachbarten conischen Sectors. Die beigesetzten Pfeile geben den Sinn der Rotation an. Als positive Drehung ist in der Zeichnung die von links nach rechts angenommen.

Will man nun, um eine Übereinstimmung mit der früheren Wahl der positiven Richtung der Axe R zu erzielen, auch für die Rotation der Kippaxe K, die mit einer Winkelgeschwindigkeit vor sich geht, deren absoluter Zahlwerth $\frac{d\psi}{dt}$ durch die Gleichung 15) bestimmt ist, die Richtung a, b, c der Axe R als positive Axenrichtung annehmen, so muss man entsprechend der dann möglichen positiven und negativen Drehung auch eine positive und negative Winkelgeschwindigkeit der Kippaxendrehung unterscheiden; die erstere findet statt im Falle eines positiven k, weil dann nach Früherem die Kippaxendrehung in demselben Sinne vor sich geht, wie die stets positive selbstständige Rotation des Körpers, negativ ist dagegen die Winkelgeschwindigkeit zu nehmen, wenn die Kippaxendrehung in entgegengesetzter Richtung erfolgt, also k negativ ist. Bezeichnet man diesen so bestimmten algebraischen Werth der Winkelgeschwindigkeit, die wir kurzweg „Kippaxengeschwindigkeit" nennen wollen, mit ω, so ist demnach für ein positives k: $k = +(k)$, $\omega = +\frac{d\psi}{dt}$, somit zufolge 15) $\omega = \frac{k}{\gamma}$ und für ein negatives k ist $k = -(k)$, $\omega = -\frac{d\psi}{dt}$, somit nach 15) auch $\omega = \frac{k}{\gamma}$, daher allgemein

$$\omega = \frac{k}{\gamma} \tag{21}$$

Die Kippaxenbeschleunigung ist entsprechend durch $\frac{d\omega}{dt}$ bestimmt.

Da den bisherigen Erörterungen zufolge um die Axe R im Allgemeinen zwei componentale Rotationen statthaben, nämlich eine absolute Drehung des Schwerpunktsaxensystems R, K, N mit der Winkelgeschwindigkeit ω und eine Drehung des starren Körpers bezüglich dieses Axensystems mit der relativen Winkelgeschwindigkeit $\tau_{\prime}$, wo die beiden Geschwindigkeitswerthe ω und $\tau_{\prime}$ die der positiven Richtung der Axe R entsprechenden algebraischen Werthe haben, so ist die eigentliche absolute Rotationsgeschwindigkeit ν des Körpers um die Axe R — bezogen auf die positive Richtung derselben — durch die Summe der ersteren bestimmt, somit

$$\nu = \tau_{\prime} + \omega \qquad 22)$$

Dass in der That die Kippaxe K, wie zu erwarten steht, mit der in der Einleitung besprochenen Axe der zweiten Rotationscomponente, die nämlich in der Ebene der Axe R und der augenblicklichen Rotationsaxe normal auf der ersteren gelegen ist, identisch sei, lässt sich leicht zeigen.

Bezeichnen nämlich p, q, r die componentalen Winkelgeschwindigkeiten des Körpers um die Axen eines mit dem Körper fest verbundenen orthogonalen Axensystems, somit um drei materielle Axen, als deren eine, und zwar die dem letzten Werthe r entsprechende, wir die Axe R selbst wählen können, so ist, wenn u, v, w, resp. u', v', w' die Richtcosinus der beiden anderen materiellen Axen — bezogen auf die Axen des ursprünglichen fixen Coordinatensystems X, Y, Z — sind, bekanntlich

$$\begin{aligned} p &= -u'\frac{da}{dt} - v'\frac{db}{dt} - w'\frac{dc}{dt} \\ q &= \quad u\frac{da}{dt} + v\frac{db}{dt} + w\frac{dc}{dt} \qquad 23) \\ r &= \quad u'\frac{du}{dt} + v'\frac{dv}{dt} + w'\frac{dw}{dt} \end{aligned}$$

...Richtcosinus d, e, f der augenblicklichen Axe, bezogen ...elbe Coordinatensystem, sind bekanntermassen bestimmt durch

$$d = \frac{up+u'q+ar}{\sqrt{p^2+q^2+r^2}}$$

$$e = \frac{vp+v'q+br}{\sqrt{p^2+q^2+r^2}} \qquad 24)$$

$$f = \frac{wp+w'q+cr}{\sqrt{p^2+q^2+r^2}}$$

Berücksichtigt man nun, dass wegen der orthogonalen Lage der materiellen Axen

$$a = \pm(vw' - wv')$$

$$b = \pm(wu' - uw')$$

$$c = \pm(uv' - vu')$$

ist, so ergibt die Substitution der Werthe 23) in die Gleichungen 24)

$$d = \frac{\pm\left(b\frac{dc}{dt} - c\frac{db}{dt}\right) + ar}{\sqrt{p^2+q^2+r^2}}$$

$$e = \frac{\pm\left(c\frac{da}{dt} - a\frac{dc}{dt}\right) + br}{\sqrt{p^2+q^2+r^2}} \qquad 25)$$

$$f = \frac{\pm\left(a\frac{db}{dt} - b\frac{da}{dt}\right) + cr}{\sqrt{p^2+q^2+r^2}}$$

und demgemäss ist der Neigungswinkel $\varkappa$ der augenblicklichen Axe gegen die Axe R gegeben durch

$$\cos\varkappa = ad+be+cf = \frac{r}{\sqrt{p^2+q^2+r^2}} \qquad 26)$$

Die in der Ebene der letzteren Axen $(a,\ b,\ c)$ und (d, e, f) gelegene, auf der ersteren senkrechte Axe ist bekanntlich,

nn (h, i, k) ihre Richtcosinus bedeuten, ihrer Lage nach durch Relation bestimmt

$$\frac{h}{d-a\cos\varkappa}=\frac{i}{e-b\cos\varkappa}=\frac{k}{f-c\cos\varkappa}$$

Substituirt man in die letztere Doppelgleichung die Werthe s 25) und 26), so ergibt sich zwischen den Werthen der Richtsinus h, i, k der in der Einleitung besprochenen zweiten Dreh-e die Beziehung

$$\frac{h}{b\frac{dc}{dt}-c\frac{db}{dt}}=\frac{i}{c\frac{da}{dt}-a\frac{dc}{dt}}=\frac{k}{a\frac{db}{dt}-b\frac{da}{dt}}$$

Die Vergleichung dieser Werthe mit den Werthen a', b', c' 1) lässt sofort erkennen, dass in der That diese Axe mit r Kippaxe identisch sei. Dass die Winkelgeschwindigkeit r t ν in 22) identisch, daher $r=\nu_{\prime}+w$ sei, dass ferner die inkelgeschwindigkeit um die Kippaxe, die nach früherem rch

$$\gamma=+\sqrt{\left(\frac{da}{dt}\right)^2+\left(\frac{dq}{dt}\right)^2+\left(\frac{dc}{dt}\right)^2}$$

estimmt ist, der aus p und q resultirenden Winkelgeschwindigeit $\sqrt{p^2+q^2}$ gleichkomme, dass demgemäss die resultirende Winkelgeschwindigkeit um die augenblickliche Axe

$$\sqrt{p^2+q^2+r^2}=\sqrt{(\nu_{\prime}+\omega)^2+\gamma^2}$$

ei, und dass schliesslich die Neigungswinkel $\begin{cases}\varkappa\\ \varepsilon\\ \delta\end{cases}$ der augenblickchen Axe gegen die Axe $\begin{cases}R\\ K\\ N\end{cases}$ durch

$$\cos\varkappa=\frac{\nu_{\prime}+\omega}{\sqrt{(\nu_{\prime}+\omega)^2+\gamma^2}}$$

$$\cos\varepsilon=\frac{\gamma}{\sqrt{(\nu_{\prime}+\omega)^2+\gamma^2}} \qquad 27)$$

$$\delta = \frac{\pi}{2}$$

bestimmt seien, ist theils sofort ersichtlich, theils mit Leichtigkeit aus früheren Formeln nachweisbar.

Es erübrigt schliesslich noch, der Vollständigkeit halber, die Bewegung der Nebenaxe N zu untersuchen.

Da die augenblickliche Rotationsaxe obigen Erörterungen zufolge in der Ebene der Axen R und K liegt, somit in jedem Momente auf der Nebenaxe N senkrecht steht, so findet absolut keine Rotation um die letztere statt. Auch die Nebenaxe, die im Allgemeinen eine ideelle Axe ist, beschreibt während ihrer Bewegung, die durch die Bewegung der beiden anderen Schwerpunktsaxen K und R vollkommen bestimmt ist, eine ideelle Kegelfläche, und durchläuft in dem Zeitelemente dt einen Winkel $d\varepsilon$, indem sie dabei um eine ideelle Rotationsaxe rotirt, deren positive, d. i. jene Richtung (Fig. 1 und 2), bezüglich deren die Nebenaxe im positiven Sinne sich dreht, die Richtwinkel A, B, Γ hat, die den Gleichungen entsprechen:

$$\cos \mathrm{A} = \frac{b'' \frac{dc''}{dt} - c'' \frac{db''}{dt}}{\frac{d\varepsilon}{dt}}$$

$$\cos \mathrm{B} = \frac{c'' \frac{da''}{dt} - a'' \frac{dc''}{dt}}{\frac{d\varepsilon}{dt}} \qquad 28)$$

$$\cos \Gamma = \frac{a'' \frac{db''}{dt} - b'' \frac{da''}{dt}}{\frac{d\varepsilon}{dt}}$$

wo $\frac{d\varepsilon}{dt}$ einen positiven und zwar den absoluten Werth der Winkelgeschwindigkeit α der Nebenaxe hat, der durch die Gleichung:

$$\alpha = \frac{d\varepsilon}{dt} = + \sqrt{\left(\frac{da''}{dt}\right)^2 + \left(\frac{db''}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dc''}{dt}\right)^2} \qquad 29)$$

bestimmt ist.

Um den letzteren Werth durch γ und ω auszudrücken, differenzire man die Gleichungen 3), führe dann statt $\frac{da'}{dt}, \frac{db'}{dt}, \frac{dc,}{dt,}$ die Werthe aus 13), und statt a', b', c' die Werthe aus 1) ein. Es ergibt sich dann mit Berücksichtigung von 7) und 21)

$$\begin{aligned} \frac{da''}{dt} &= \gamma a - \omega a' \\ \frac{db''}{dt} &= \gamma b - \omega b' \\ \frac{dc''}{dt} &= \gamma c - \omega c' \end{aligned} \qquad 30)$$

Substituirt man diese Werthe in die Gleichung 29), so findet man als Werth der Winkelgeschwindigkeit α der Nebenaxe

$$\alpha = \frac{d\varepsilon}{dt} = + \sqrt{\gamma^2 + \omega^2} \qquad 31)$$

was sofort ersichtlich ist, wenn man bedenkt, dass die Winkelgeschwindigkeit α der ihrer jeweiligen Lage nach blos von der Bewegung der beiden anderen orthogonalen Schwerpunktsaxen abhängigen Nebenaxe sich als Resultirende der Winkelgeschwindigkeiten dieser beiden, also der Kippgeschwindigkeit γ und der Kippaxengeschwindigkeit ω ergeben müsse; es ist α die resultirende Winkelgeschwindigkeit der Bewegung des Axensystems R, K, N.

Führt man die Werthe 30) und 4) in 28) und in die sich auf diese Weise ergebende Relation die Werthe 1) ein, so findet man für die Richtcosinus der positiven Halbaxe Gu der Nebenaxenrotation

$$\begin{aligned} \cos \mathrm{A} &= \frac{a'\gamma + a\omega}{\sqrt{\gamma^2 + \omega^2}} \\ \cos \mathrm{B} &= \frac{b'\gamma + b\omega}{\sqrt{\gamma^2 + \omega^2}} \\ \cos \Gamma &= \frac{c'\gamma + c\omega}{\sqrt{\gamma^2 + \omega^2}} \end{aligned} \qquad 32)$$

I Axe steht natürlicherweise als Rotationsaxe senkrecht au der Nebenaxe, liegt somit in der Ebene der beiden ande Schwerpunktsaxen, der Axe *R* und der Kippaxe *K*, und zwa re positive Richtung gegen die positive Richtung der erste neigt unter dem Winkel σ, der der Gleichung genügt:

$$\text{os}\,\sigma = a\cos\mathrm{A} + b\cos\mathrm{B} + c\cos\Gamma = \frac{\omega}{\sqrt{\gamma^2+\omega^2}} \qquad 33)$$

Ist daher die Kippaxengeschwindigkeit ω positiv, wie in dem durch Fig. 1 dargestellten Falle, so ist der Winkel $\sphericalangle AGu = \sigma$ ein spitzer, , wenn ω negativ ist, wie in Fig. 2, so ist $\sphericalangle AGu = \sigma$ ein stumpfer Winkel. — Es dürfte nicht überflüssig erscheinen, ausdrücklich zu erwähnen, dass man sich hier und durchwegs in er Folge, da die Untersuchung ganz allgemein geführt ist, in g. 1 und 2 statt der senkrechten Kegelfläche eine beliebige conische Fläche substituirt denken müsse, wenn nicht das Gegentheil ausdrücklich hervorgehoben ist.

Eine interessante Beziehung, die nicht unerwähnt bleiben soll, besteht allgemein zwischen der Lage der Axe *Gu* und der Lage des früher als Hilfslinie eingeführten Krümmungshalbmessers ρ, dessen Richtwinkel λ, μ, ν durch 19) bestimmt sind, wie auch zwischen dem Werthe des ρ und den Winkelgeschwindigkeiten γ, ω und α.

Zunächst ist leicht nachzuweisen, dass der Krümmungshalbmesser senkrecht auf der Nebenaxe, somit mit *Gu* (Fig. 1 und 2) zugleich in der Ebene der beiden anderen Schwerpunktsaxen, nämlich der materiellen Rotationsaxe *GA* und der Kippaxe *GA'* gelegen, und dass die positive Richtung *Mv* des Krümmungshalbmessers gegen *GA* unter einem stumpfen Winkel $\sphericalangle AMv = \beta$ geneigt sei; denn es bestehen, wenn δ den Neigungswinkel der Nebenaxe gegen den Krümmungshalbmesser bezeichnet, die Gleichungen

$$\cos\delta = a''\cos\lambda + b''\cos\mu + c''\cos\nu$$

$$\cos\beta = a\ \cos\lambda + b\ \cos\mu + c\ \cos\nu$$

daher, wenn man früher bestimmte Werthe einführt,

$$\cos\delta = 0$$

$$\cos\beta = -\frac{\rho}{D} \qquad 34)$$

Die erste dieser Gleichungen lässt erkennen, dass in der That der Krümmungshalbmesser in der Ebene der Axen GA und GA' liegt, die zweite dagegen, dass, da ρ und D absolute Zahlwerthe bedeuten, $\cos\beta$ negativ, daher $\sphericalangle AMv = \beta$ in Fig. 1 und 2 stumpf sei.

Bezeichnet man nun den Neigungswinkel des Krümmungshalbmessers gegen die Axe Gu mit Φ, so ist

$$\cos\Phi = \cos\lambda . \cos\mathrm{A} + \cos\mu \cos\mathrm{B} + \cos\nu . \cos\Gamma$$

oder nach Substituirung früherer Werthe

$$\cos\Phi = 0$$

Es steht daher die Richtung des Krümmungshalbmessers Mv in der Ebene AGA' senkrecht auf der Axe Gu im Durchschnittspunkte O, woraus nebenbei folgt, dass, mag der Kugelradius $D = GM$ was immer für einen Werth haben, demnach für alle Punkte der Axe R die Krümmungshalbmesser in einem beliebigen Momente zu einander parallel sind. Da ferner zufolge 34)

$$\cos \sphericalangle AMv = \cos\beta = -\frac{\rho}{D}$$

so ist

$$MO = GM . \cos GMv = -D \cos AMv = \rho;$$

somit ist der Durchschnittspunkt O selbst der Krümmungsmittelpunkt, und die Axe Gu daher der geometrische Ort aller den Punkten der Axe R zugehörigen Krümmungsmittelpunkte.

Um den Krümmungshalbmesser ρ durch die Winkelgeschwindigkeiten γ und ω auszudrücken, ist nur zu erwägen, dass die Kippaxe K und die Axe R in der Ebene des ersteren auf einander senkrecht stehen, dass somit die Winkel θ der Gleichung 20) und β in 34) der Relation genügen müssen:

$$\cos\theta^2 + \cos\beta^2 = 1$$

Substituirt man für $\cos\theta$ und $\cos\beta$ die aus 20) und 34) sich ergebenden Werthe und für k den Werth aus 21), so findet man:

$$\frac{\rho^2\omega^2}{D^2\gamma^2}+\frac{\rho^2}{D^2}=1,$$

somit

$$\frac{\rho}{D}=\frac{\gamma}{\sqrt{\gamma^2+\omega^2}} \qquad 35)$$

Verlängert man den Krümmungshalbmesser MO bis zum Durchschnitte N e (Fig. 1 und 2) und bezeichnet mit (ω) den abs der Kippaxengeschwindigkeit, so lässt sich auf Grund der hung 35) leicht folgende bemerkenswerthe Relation ab n:

$$\frac{MG}{\gamma}=\frac{NG}{(\omega)}=\frac{MN}{+\sqrt{\gamma^2+\omega^2}} \qquad 36)$$

d. h. die Seiten des rechtwi ligen Dreiecks MGN sind den Winkelgeschwindigkeiten des Axensystems um die auf denselben senkrecht stehenden Drehaxen direct proportionirt.

Für den besonderen Fall, dass die materielle Rotationsaxe R bei ihrer Bewegung eine senkrechte Kegelfläche erzeugt, liegen bekanntlich alle Krümmungsmittelpunkte in der Axe GC der Kegelfläche, und die Axe Gu ist demzufolge dann mit GC identisch. Es rotirt demnach in diesem Falle die ideelle Nebenaxe N in einer Ebene, die auf der Axe des Kegels im Schwerpunkte G senkrecht steht. Ferner ist dann $\frac{\rho}{D}=\sin AGC$, somit zufolge 35)

$$(\omega)=\gamma\, cotg\, AGC \qquad 37)$$

Als Winkelgeschwindigkeit α der resultirenden Drehung des Axensystems R, K, L um die Axe GC der Kegelfläche findet man in diesem Falle nach der Substitution von 37) in 31)

$$\alpha=\frac{\gamma}{\sin AGC} \qquad 38)$$

was übrigens schon eine einfache Überlegung erkennen liesse.

B.

Wir gehen nun über zur Berechnung der zur Erzeugung der in (A) betrachteten allgemeinen Bewegungsform nothwendigen resultirenden Kräftepaare, deren Axen einzeln die Richtung der Schwerpunktsaxen RKN haben. Zu diesem Zwecke legen wir zunächst durch den Schwerpunkt G als Ursprung ein orthogonales Coordinatensystem, dessen Axen mit den Axen des ursprünglichen fixen Coordinatensystems, das bisher stets zu Grunde gelegt war, parallel und gleichgerichtet sind, so dass abc, $a'b'c$, $a''b''c''$ auch die Richtcosinus der Axen R, K, N bezüglich dieses neuen Coordinatensystems sind. Die Coordinaten eines beliebigen materiellen Punktes M des festen Körpers von der Masse dm, bezogen auf das letztere System, seien mit xyz bezeichnet. Bezeichnen nun M_x, M_y, M_z die algebraischen Werthe der Momente jener partiellen resultirenden Kräftepaare, deren Axen einzeln die positive oder negative Richtung der Axen x, y, z haben, je nachdem die entsprechenden Werthe von M_x, M_y, M_z positiv oder negativ sind, in welch' ersterem Falle die im $\frac{\text{positiven}}{\text{negativen}}$ Sinne vor sich gehende componentale Drehung um die entsprechende Axe durch die auf den Körper einwirkenden Kräfte $\frac{\text{beschleunigt}}{\text{verzögert}}$, in letzterem Falle dagegen (wenn das Moment negativ ist) $\frac{\text{verzögert}}{\text{beschleunigt}}$ wird, so ist bekanntlich

$$\begin{aligned} M_x &= \int\left(y\frac{d^2z}{dt^2} - z\frac{d^2y}{dt^2}\right) . dm \\ M_y &= \int\left(z\frac{d^2x}{dt^2} - x\frac{d^2z}{dt^2}\right) . dm \\ M_z &= \int\left(x\frac{d^2y}{dt^2} - y\frac{d^2x}{dt^2}\right) . dm \end{aligned} \tag{39}$$

wo sich die Integration auf den ganzen Körper erstreckt.

Man wähle nun die Kippaxe K zur x'-Axe, die Nebenaxe N zur y'-Axe und die materielle Rotationsaxe R zur z'-Axe eines zweiten, demgemäss variablen Coordinatensystems und nehme zur positiven Richtung der Coordinatenaxen die positive Richtung der entsprechenden Schwerpunktsaxen R, K, N an, welch' letzteres offenbar gestattet ist, da die positive Richtung der Nebenaxe N gleich zu Anfang derart gewählt wurde, dass die Drehung von der positiven Richtung der Axe K — der jetzigen x'-Axe — nach der positiven Richtung der Axe N — der neuen y'-Axe — bezüglich der positiven Richtung der Axe R — der neuen z'-Axe — eine positive sei, daher eine vollkommene Übereinstimmung der gegenseitigen Lage der positiven Halbaxen des $x'y'z'$-Systems mit der gleich zu Anfang erörterten gegenseitigen Lage des ursprünglichen XYZ-Systems, daher auch des gleichgerichteten xyz-Systems stattfindet. Bezeichnet man demgemäss mit $x'y'z'$ die Coordinaten des materiellen Elementes dm, bezogen auf dies neue System, so gelten die Transformationsgleichungen

$$
\begin{aligned}
x &= a'x' + a''y' + a\,z' \\
y &= b'x' + b''y' + b\,z' \\
z &= c'x' + c''y' + c\,z'
\end{aligned}
\qquad 40)
$$

Der constante in 5) mit r bezeichnete Radius vector des Punktes M, d. i. die senkrechte Entfernung desselben von der z'-Axe, hat offenbar zu seiner Projection auf die $\frac{\text{Kippaxe}}{\text{Nebenaxe}}$, die in 5) mit $\frac{p}{q}$ bezeichnet wurde, die $\frac{\text{Abscisse } x'}{\text{Ordinate } y'}$; es geht somit die Gleichung 5) über in

$$
\begin{aligned}
x' &= r\cos\vartheta \\
y' &= r\sin\vartheta
\end{aligned}
\qquad 41)
$$

Da der Körper als ein absolut starres System materieller Punkte zu betrachten ist, so steht die Rotationsebene der selbstständigen Rotation des Punktes M senkrecht auf der materiellen Axe R, ist somit zur $x'y'$-Ebene parallel; es ändert sich daher

erth des z' während der Bewegung nicht, so dass $\frac{dz'}{dt}=0$
e Differenzirung von 41) gibt

$$\frac{dx'}{dt} = -r\sin\vartheta\frac{d\vartheta}{dt}$$

$$\frac{dy'}{dt} = \quad r\cos\vartheta\frac{d\vartheta}{dt}$$

'enn man frühere Werthe substituirt

$$\begin{aligned} \frac{dx'}{dt} &= -y'\,r_i \\ \frac{dy'}{dt} &= \quad x'\,r_i \\ \frac{dz'}{dt} &= 0 \end{aligned} \tag{42}$$

'egen der orthogonalen Lage der einzelnen Axen des
Systems ist

$$\begin{aligned} a^2 + b^2 + c^2 &= 1 \\ a'^2 + b'^2 + c'^2 &= 1 \\ a''^2 + b''^2 + c''^2 &= 1 \\ a\,a' + b\,b' + c\,c' &= 0 \\ a\,a'' + b\,b'' + c\,c'' &= 0 \\ a'\,a'' + b'\,b'' + c'\,c'' &= 0 \end{aligned} \tag{43}$$

'it Berücksichtigung dieser Werthe und der Werthe für
' der Gleichungen 3) lassen sich leicht folgende Gleichun-
rleiten:

$$\begin{aligned} a &= b'\,c'' - c'\,b'' \\ b &= c'\,a'' - a'\,c'' \\ c &= a'\,b'' - b'\,a'' \\ a' &= c\,b'' - b\,c'' \\ b' &= a\,c'' - c\,a'' \\ c' &= b\,a'' - a\,b'' \end{aligned} \tag{44}$$

enzirt man nun die Gleichungen 40), bildet dann die
I 'enzen

$$X = y\frac{dz}{dt} - z\frac{dy}{dt}, \quad Y = z\frac{dx}{dt} - x\frac{dz}{dt}, \quad Z = x\frac{dy}{dt} - y\frac{dx}{dt}$$

und substituirt in die so erhaltenen Ausdrücke die Werthe aus 42) und 44), so findet man:

$$X = y\frac{dz}{dt} - z\frac{dy}{dt} =$$

$$x'^2\left(b'\frac{dc'}{dt} - c'\frac{db'}{dt} + a\eta\right) + y'^2\left(b''\frac{dc''}{dt} - c''\frac{db''}{dt} + a\eta\right)$$

$$+ z'^2\left(b\frac{dc}{dt} - c\frac{db}{dt}\right) + y'z'\left(b\frac{dc''}{dt} - c''\frac{db}{dt} + b''\frac{dc}{dt} - c\frac{db''}{dt} - a''\eta\right)$$

$$+ x'z'\left(b\frac{dc'}{dt} - c'\frac{db}{dt} + b'\frac{dc}{dt} - c\frac{db'}{dt} - a'\eta\right)$$

$$+ x'y'\left(b'\frac{dc''}{dt} - c''\frac{db'}{dt} + b''\frac{dc'}{dt} - c'\frac{db''}{dt}\right)$$

$$Y = z\frac{dx}{dt} - x\frac{dz}{dt} =$$

$$x'^2\left(c'\frac{da'}{dt} - a'\frac{dc'}{dt} + b\eta\right) + y'^2\left(c''\frac{da''}{dt} - a''\frac{dc''}{dt} + b\eta\right)$$

$$+ z'^2\left(c\frac{da}{dt} - a\frac{dc}{dt}\right) + y'z'\left(c\frac{da''}{dt} - a''\frac{dc}{dt} + c''\frac{da}{dt} - a\frac{dc''}{dt} - b''\eta\right)$$

$$+ x'z'\left(c\frac{da'}{dt} - a'\frac{dc}{dt} + c'\frac{da}{dt} - a\frac{dc'}{dt} - b'\eta\right)$$

$$+ x'y'\left(c'\frac{da''}{dt} - a''\frac{dc'}{dt} + c''\frac{da'}{dt} - a'\frac{dc''}{dt}\right)$$

$$= x\frac{dy}{dt} - y\frac{dx}{dt} =$$

$$x'^2\left(a'\frac{db'}{dt} - b'\frac{da'}{dt} + c\eta\right) + y'^2\left(a''\frac{db''}{dt} - b''\frac{da''}{dt} + c\eta\right)$$

$$\cdot x'^2\left(a\frac{db}{dt} - b\frac{da}{dt}\right) + y'z'\left(a\frac{db''}{dt} - b''\frac{da}{dt} + a''\frac{db}{dt} - b\frac{da''}{dt} - c''\eta\right) \qquad 45)$$

$$\cdot x'z'\left(a\frac{db'}{dt} - b'\frac{da}{dt} + a'\frac{db}{dt} - b\frac{da'}{dt} - c'\eta\right)$$

$$\cdot x'y'\left(a'\frac{db''}{dt} - b''\frac{da'}{dt} + a''\frac{db'}{dt} - b'\frac{da''}{dt}\right)$$

Durch Differenzirung dieser Gleichungen erhält man

$$\frac{dX}{dt} = y\frac{d^2z}{dt^2} - z\frac{d^2y}{dt^2}$$

$$\frac{dY}{dt} = z\frac{d^2x}{dt^2} - x\frac{d^2z}{dt^2}$$

$$\frac{dZ}{dt} = x\frac{d^2y}{dt^2} - y\frac{d^2x}{dt^2}$$

Führt man diese Werthe in 39) ein, so ergibt sich

$$M_x = \int \frac{dX}{dt}\,dm$$

$$M_y = \int \frac{dY}{dt}\,dm \qquad 46)$$

$$M_z = \int \frac{dZ}{dt}\,dm$$

Zerlegt man nun jedes der Kräftepaare, deren resultirende omente durch 46) ausgedrückt sind, in je drei andere, deren ken die Coordinatenaxen des $x'y'z'$-Systems sind — stets be- :htend, dass ein Kräftepaar mit $\substack{\text{positivem}\\\text{negativem}}$ Momente den Kör-

$\frac{\text{tivem}}{\text{tivem}}$ Sinne zu drehen sucht, und dass dann auch
axe dieses Kräftepaares die $\frac{\text{positive}}{\text{negative}}$ Richtung der entspre-
en Coordinatenaxe hat —, setzt dann die Componenten mit
insamer Axe zusammen, so ist bekanntlich, wenn man mit
, $M_{z_{,}}$ die algebraischen Werthe der Momente jener resul-
n partiellen Kräftepaare, deren Rotationsebene bezüglich
-, $x'z'$-, $x'y'$-Ebene ist, bezeichnet,

$$
\begin{aligned}
M_{x_{,}} &= M_x . a' + M_y . b' + M_z . c' \\
M_{y_{,}} &= M_x . a'' + M_y . b'' + M_z . c'' \qquad 47) \\
M_{z_{,}} &= M_x . a + M_y . b + M_z . c
\end{aligned}
$$

n die Gleichungen die Werthe aus 46) ein, so
47) die Form:

$$
\begin{aligned}
M_{x_{,}} &= \int\left(a' \frac{dX}{dt} + b' \frac{dY}{dt} + c' \frac{dZ}{dt}\right) dm \\
M_{y_{,}} &= \int\left(a'' \frac{dX}{dt} + b'' \frac{dY}{dt} + c'' \frac{dZ}{dt}\right) dm \qquad 48) \\
M_{z_{,}} &= \int\left(a \frac{dX}{dt} + b \frac{dY}{dt} + c \frac{dZ}{dt}\right) dm
\end{aligned}
$$

Diese Momente lassen sich auch auf eine andere Art ausdrücken.

Bedeuten nämlich $X' Y' Z'$ die zu den $x' y' z'$-Axen parallelen Componenten irgend einer der auf den Körper einwirkenden Kräfte, deren Angriffspunkt ein beliebiger Punkt $\xi' \eta' \zeta'$ — auch diese Coordinaten auf das $x' y' z'$-System bezogen — des starren Körpers ist, so ist bekanntlich

$$
\begin{aligned}
M_{x_{,}} &= \Sigma(\eta' Z' - \zeta' Y') \\
M_{y_{,}} &= \Sigma(\zeta' X' - \xi' Z') \qquad 49) \\
M_{z_{,}} &= \Sigma(\xi' Y' - \eta' X')
\end{aligned}
$$

Differenzirt man nun die rechtsseitigen Summen der Gleichungen 45) mit beständiger Rücksichtsnahme auf 3), 42) und

4), führt dann mit den so erhaltenen Ableitungen die in 48) ngezeigten Operationen aus, so ergeben sich schliesslich nach Einführung der Werthe aus 3), 43) und 44) für die Summen in 8) die Werthe:

$$a'\frac{dX}{dt}+b'\frac{dY}{dt}+c'\frac{dZ}{dt}=(E+D)\gamma_{,}.x'^2+[R+(D-E)\gamma_{,}].y'^2$$
$$-Qz'^2+[K-M+(H-J)\gamma_{,}+\gamma_{,}^2].y'z'$$
$$-\left[U+(B+C-A)\gamma_{,}+\frac{d\gamma_{,}}{dt}\right].x'z$$
$$+(P+2G\gamma_{,}).x'y'$$

$$a''\frac{dX}{dt}+b''\frac{dY}{dt}+c''\frac{dZ}{dt}=-[P+(G-F)\gamma_{,}].x'^2+(G+F)\gamma_{,}.y'^2$$
$$+Pz'^2+\left[S-(B+C-A)\gamma_{,}-\frac{d\gamma_{,}}{dt}\right].y'z'$$
$$+[L-K+(J-H)\gamma_{,}-\gamma_{,}^2].x'z' \qquad 50)$$
$$-(R-2E\gamma_{,}).x'y'$$

$$a\frac{dX}{dt}+b\frac{dY}{dt}+c''\frac{dZ}{dt}=\left[U+(C+A-B)\gamma_{,}+\frac{d\gamma_{,}}{dt}\right].x'^2$$
$$-\left[S+(C-A-B)\gamma_{,}-\frac{d\gamma_{,}}{dt}\right].y'^2$$
$$-[N+(G+F)\gamma_{,}].y'z'+[Q-(D+E).\gamma_{,}]x'z'$$
$$+[M-L-2(H+J)\gamma_{,}]..x'y'$$

wofern man mit A, B, $C\ldots U$ Kürze halber folgende Summen bezeichnet:

$$A=a\frac{da}{dt}+b\frac{db}{dt}+c\frac{dc}{dt}$$

$$B=a'\frac{da'}{dt}+b\frac{db'}{dt}+c'\frac{dc'}{dt}$$

$$C=a''\frac{da''}{dt}+b''\frac{db''}{dt}+c''\frac{dc''}{dt}.$$

$$D=a'\frac{da}{dt}+b'\frac{db}{dt}+c'\frac{dc}{dt}$$

$$E = a\,\frac{da'}{dt} + b\,\frac{bd'}{dt} + c\,\frac{dc'}{dt}$$

$$F = a''\frac{da}{dt} + b''\frac{db}{dt} + c''\frac{dc}{dt}$$

$$G = a\,\frac{da''}{dt} + b\,\frac{db''}{dt} + c\,\frac{dc''}{dt}$$

$$H = a''\frac{da'}{dt} + b''\frac{db'}{dt} + c''\frac{dc'}{dt}$$

$$J = a'\,\frac{da''}{dt} + b'\,\frac{db''}{dt} + c'\,\frac{dc''}{dt}$$

$$K = a\,\frac{d^2a}{dt^2} + b\,\frac{d^2b}{dt^2} + c\,\frac{dc^2}{dt^2}$$

$$L = a'\,\frac{d^2a'}{dt^2} + b'\,\frac{d^2b'}{dt^2} + c'\,\frac{d^2c'}{dt^2}$$

$$M = a''\frac{d^2a''}{dt^2} + b''\frac{d^2b''}{dt^2} + c''\frac{d^2c''}{dt^2}$$

$$N = a'\,\frac{d^2a}{dt^2} + b'\,\frac{d^2b}{dt^2} + c'\,\frac{d^2c}{dt^2}$$

$$P = a\,\frac{d^2a'}{dt^2} + b\,\frac{d^2b'}{dt^2} + c\,\frac{d^2c'}{dt^2}$$

$$Q = a''\frac{d^2a}{dt^2} + b''\frac{d^2b}{dt^2} + c''\frac{d^2c}{dt^2}$$

$$R \equiv a\,\frac{d^2a''}{dt^2} + b\,\frac{d^2b''}{dt^2} + c\,\frac{d^2c''}{dt^2}$$

$$S = a'\,\frac{d^2a''}{dt^2} + b'\,\frac{d^2b''}{dt^2} + c'\,\frac{d^2c''}{dt^2}$$

$$U = a''\frac{d^2a'}{dt^2} + b''\frac{d^2b'}{dt^2} + c''\frac{d^2c'}{dt^2}$$

Es handelt sich nun darum, diese Coëfficienten der chungen 50) auf die einfachste Art auszudrücken. Dies

reinfachen sich durchwegs auf überraschende Weise, indem n etwa folgende Deduction vornimmt:

Differenzirt man die Gleichungen 43), so ergibt sich sofort:

$$A = B = C = 0$$

$$D + E = 0$$

$$F + G = 0$$

$$H + J = 0$$

Durch Substitution der Werthe von $a'b'c'$ aus 1) in den Werth für D findet man

$$D = 0$$

nd, da Früherem zufolge $D + E = 0$ ist, so ist auch

$$E = 0$$

Substituirt man in den Werth für F die Werthe für $a''b''c''$ us 4), so ist

$$F = a''\frac{da}{dt} + b''\frac{db}{dt} + c''\frac{dc}{dt} = -\frac{\left(\frac{da}{dt}\right)^2 + \left(\frac{db}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dc}{dt}\right)^2}{\gamma}$$

mit zufolge 7)

$$F = -\gamma$$

Da nun $F + G = 0$ ist, so ist

$$G = \gamma$$

Führt man die Werthe für $a''b''c''$ aus 4) und für $\frac{da'}{dt}, \frac{db'}{dt}$ aus 13) in den obigen Werth für H ein, so ist

$$H = a''\frac{da'}{dt} + b''\frac{db'}{dt} + c''\frac{dc'}{dt} = \frac{k}{\gamma^3}\left[\left(\frac{da}{dt}\right)^2 + \left(\frac{db}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dc}{dt}\right)^2\right]$$

mit zufolge 7) und 21)

$$H = \omega$$

$J=0$ ist,

$$J=-\omega$$

Bildet man die zweite Ableitung der drei ersten Gleichun-
n 43), so findet man mit Beachtung der Gleichungen 7), 9),
21), 29) und 31)

$$K=a\frac{d^2a}{dt^2}+b\frac{d^2b}{dt^2}+c\frac{d^2c}{dt^2}=$$

$$-\left[\left(\frac{da}{dt}\right)^2+\left(\frac{db}{dt}\right)^2+\left(\frac{dc}{dt}\right)^2\right]=-\gamma^2$$

$$L=a'\frac{d^2a'}{dt^2}+b'\frac{d^2b'}{dt^2}+c'\frac{d^2c'}{dt^2}=$$

$$+\left(\frac{db'}{dt}\right)^2+\left(\frac{dc'}{dt}\right)^2\right]=-\left(\frac{d\psi}{dt}\right)^2=-\frac{k^2}{\gamma^2}=-\omega^2$$

$$M=a''\frac{d^2a''}{dt^2}+b''\frac{d^2b''}{dt^2}+c''\frac{d^2c''}{dt^2}=$$

$$-\left[\left(\frac{da''}{dt}\right)^2+\left(\frac{db''}{dt}\right)^2+\left(\frac{dc''}{dt}\right)^2\right]=-\alpha^2=-(\gamma^2+\omega^2)$$

Die Gleichungen 11) und 21) lassen sofort erkennen, dass

$$N=a'\frac{d^2a}{dt}+b'\frac{d^2b}{dt}+c'\frac{d^2c}{dt}=k=\gamma\omega$$

sei.

Durch Differentiation der früheren Gleichungen

$$D=a'\frac{da}{dt}+b'\frac{db}{dt}+c'\frac{dc}{dt}=0$$

$$E=a\frac{da'}{dt}+b\frac{db'}{dt}+c\frac{dc'}{dt}=0$$

und Subtraction der erhaltenen Ableitungen ergibt sich

$$P=a\frac{d^2a'}{dt^2}+b\frac{d^2b'}{dt^2}+c\frac{d^2c'}{dt^2}=a'\frac{d^2a}{dt^2}+b'\frac{d^2b}{dt^2}+c'\frac{d^2c}{dt^2}=N$$

nit dem früheren Werthe des N zufolge

$$P=\gamma\omega$$

Setzt man in der früheren Gleichung

$$C=a''\frac{da''}{dt}+b''\frac{db''}{dt}+c''\frac{dc''}{dt}=0$$

att $a''b''c''$ die Werthe aus 4) ein, so geht dieselbe über in

$$\frac{da}{dt}\frac{da''}{dt}+\frac{db}{dt}\frac{db''}{dt}+\frac{dc}{dt}\frac{dc''}{dt}=0$$

mit zufolge 13) auch

$$\frac{da'}{dt}\frac{da''}{dt}+\frac{db'}{dt}\frac{db''}{dt}+\frac{dc'}{dt}\frac{dc''}{dt}=0$$

Subtrahirt man nun die erste der beiden letzten Gleichun- n von den Ableitungen der früheren Gleichungen $F=-\gamma$, $=\gamma$, und die zweite derselben von den Ableitungen der frü- ren Gleichungen $J=-\omega$, $H=\omega$, so findet man

$$Q=a''\frac{d^2a}{dt^2}+b''\frac{d^2b}{dt^2}+c''\frac{d^2c}{dt^2}=-\frac{d\gamma}{dt}$$

$$R=a\frac{d^2a''}{dt^2}+b\frac{d^2b''}{dt^2}+c\frac{d^2c''}{dt^2}=\frac{d\gamma}{dt}$$

$$S=a'\frac{d^2a''}{dt^2}+b'\frac{d^2b''}{dt^2}+c'\frac{d^2c''}{dt^2}=-\frac{d\omega}{dt}$$

$$U=a''\frac{d^2a'}{dt^2}+b''\frac{d^2b'}{dt^2}+c''\frac{d^2c'}{dt^2}=\frac{d\omega}{dt}$$

Substituirt man alle die so gefundenen Werthe von A, B, $\ldots . U$ in die Gleichungen 50), so erhält man

$$\frac{dX}{dt}+b'\frac{dY}{dt}+c'\frac{dZ}{dt}=\frac{d\gamma}{dt}.y'^2+\frac{d\gamma}{dt}.z'^2+(\omega^2+2\omega\eta+\eta^2).y'z'$$

$$-\left(\frac{d\omega}{dt}+\frac{d\eta}{dt}\right)x'z'+(\gamma\omega+2\eta\gamma).x'y'$$

$$a''\frac{dX}{dt}+b''\frac{dY}{dt}+c''\frac{dZ}{dt}=-(\gamma\omega+2\gamma r_{,}).x'^2+\gamma\omega.z'^2$$

$$-\left(\frac{d\omega}{dt}+\frac{dr_{,}}{dt}\right).y'z'+(\gamma^2-\omega^2-2\omega r_{,}-r_{,}^2).x'z'-\frac{d\gamma}{dt}.x'y'$$

$$a\frac{dX}{dt}+b\frac{dY}{dt}+c\frac{dZ}{dt}=\left(\frac{d\omega}{dt}+\frac{dr_{,}}{dt}\right)x'^2+\left(\frac{d\omega}{dt}+\frac{d\eta}{dt}\right).y'^2$$

$$-\gamma\omega..y'z'-\frac{d\gamma}{dt}.x'z'-\gamma^2.x'y'$$

Setzt man diese Werthe in 48) ein, indem man dabei berücksichtigt, dass die Winkelgeschwindigkeiten $r_{,}$, γ, ω und die Winkelbeschleunigungen $\frac{dr_{,}}{dt}$, $\frac{d\gamma}{dt}$, $\frac{d\omega}{dt}$ für alle materiellen Punkte des starren Körpers zu irgend einer Zeit dieselben sind, und bezeichnet man ferner mit $T_{x_{,}}$, $T_{y_{,}}$, $T_{z_{,}}$ die Trägheitsmomente des Körpers bezüglich der als Indices beigesetzten Coordinatenaxen, so dass die Gleichungen stattfinden:

$$\begin{aligned}T_{x_{,}}&=\int(y'^2+z'^2)\,dm\\T_{y_{,}}&=\int(z'^2+x'^2)\,dm\\T_{z_{,}}&=\int(x'^2+y'^2)\,dm\end{aligned}\qquad 52)$$

so ergeben sich die Hauptgleichungen:

$$\begin{aligned}M_{x_{,}}=\frac{d\gamma}{dt}\cdot T_{x_{,}}+(\omega+r_{,})^2.\int y'z'\,dm-\frac{d(\omega+r_{,})}{dt}\cdot\int x'z'\,dm\\+\gamma(\omega+2r_{,}).\int x'y'\,dm\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{y_{,}}=\gamma\omega.T_{y_{,}}-2\gamma(\omega+r_{,}).\int x'^2\,dm-\frac{d(\omega+r_{,})}{dt}\cdot\int y'z'\,dm\\+[\gamma^2-(\omega+r_{,})^2].\int x'z'\,dm-\frac{d\gamma}{dt}\cdot\int x'y'\,dm\end{aligned}\qquad 53)$$

$$\begin{aligned}M_{z_{,}}=\frac{d(\omega+r_{,})}{dt}.T_{z_{,}}-\gamma\omega.\int y'z'\,dm-\frac{d\gamma}{dt}\cdot\int x'z'\,dm\\-\gamma^2.\int x'y'\,dm\end{aligned}$$

Dies sind die gesuchten allgemeinen, auf jede beliebige, hier vom Standpunkte einer Gyralbewegung betrachtete Bewegungsform starrer Körper — wofern dieselbe nicht eine blos progressive ist — anwendbaren Bewegungsgleichungen in ihrer einfachsten Form.

Da früheren Erörterungen zufolge um die $y_,$-Axe, d. i. die Nebenaxe, absolut keine Rotation stattfindet, so geht die Wirkung des Kräftepaares, dessen Moment M_y, „das Moment der sogenannten Gyralkraft" ist, scheinbar vollkommen verloren; es erzeugt demnach die Gyralkraft eine imaginäre Arbeit.

Aus den Gleichungen 53) lassen sich, wenn die Art der Bewegung des Körpers durch die zur Zeit t stattfindende Lage der Axen R, K, N, die Winkelgeschwindigkeiten η, γ, ω und die Winkelbeschleunigungen $\frac{d(\omega+\eta)}{dt}$, $\frac{d\gamma}{dt}$ gegeben ist, die zur Erzeugung dieser Bewegung nothwendigen Drehungsmomente M_x, M_y, M_z, berechnen.

Aber auch wenn umgekehrt die auf den Körper zur Zeit t einwirkenden Kräfte, somit auch die aus 49) zu berechnenden Momente M_x, M_y, M_z, bekannt sind, lassen sich aus den Gleichungen 53), da dieselben drei Differentialgleichungen mit drei Unbekannten γ, ω, η darstellen, die letzteren Winkelgeschwindigkeiten, und aus denselben alle Bewegungsmomente ableiten.

Bedeutend vereinfachen sich die Gleichungen 53), wenn die materielle Rotationsaxe R, die Kippaxe K und die Nebenaxe N die im Schwerpunkte sich schneidenden Hauptaxen des Körpers sind, wie dies etwa bei einem gleichförmig dichten Rotationskörper der Fall ist. In diesem Falle ist nämlich

$$\begin{aligned} \int y' z' \, dm &= 0 \\ \int x' z' \, dm &= 0 \\ \int x' y' \, dm &= 0 \end{aligned} \qquad 54)$$

Differenzirt man die letzte Gleichung nach t, so findet man mit Rücksicht auf 42)

$$\frac{d}{dt} \int x' y' \, dm = \int \frac{d(x'y')}{dt} \, dm = \eta \left[\int x'^2 \, dm - \int y'^2 \, dm \right] = 0$$

und da $\gamma_{,} \gtrless 0$ ist

$$\int x'^2 dm = \int y'^2 dm \tag{55}$$

Es ist somit $\int (x'^2+z'^2) dm = \int (y'^2+z'^2) dm$, d. h. es findet zwischen den Trägheitsmomenten $T_{y_{,}}$ und $T_{x_{,}}$ bezüglich der Nebenaxe und der Kippaxe, daher auch bezüglich jeder in der $x'y'$-Ebene gelegenen Axe die Gleichheit statt. Bezeichnet man daher das constante Trägheitsmoment um eine dieser Axen mit T', so ist

$$T_{x_{,}} = T_{y_{,}} = T' \tag{56}$$

Ferner ist, wenn man das Trägheitsmoment bezüglich der materiellen Rotationsaxe R mit T bezeichnet, zufolge 55)

$$\left.\begin{aligned} T = T_{z_{,}} &= \int (x'^2+y'^2)\, dm = 2\int x'^2 dm \\ \int x'^2 dm &= \frac{T}{2} \end{aligned}\right\} \tag{57}$$

Substituirt man die Werthe 54), 56), 57) in die allgemeinen Bewegungsgleichungen 53), so ergibt sich:

$$\left.\begin{aligned} M_{x_{,}} &= \frac{d\gamma}{dt} . T' \\ M_{y_{,}} &= \gamma\omega . T' - \gamma(\omega+\gamma_{,}) . T \\ M_{z_{,}} &= \frac{d(\omega+\gamma_{,})}{dt} . T \end{aligned}\right\} \tag{58}$$ [1]

---

[1] Dr. Hermann Scheffler hat in seiner Abhandlung: „Imaginäre Arbeit, eine Wirkung der Centrifugal- und Gyralkraft" (Schlömilch's Zeitschrift für Mathematik und Physik, Jahrg. 1866, S. 93—151) blos den in diesen Bewegungsgleichungen subsumirten Fall der Bewegung eines Rotationskörpers (daselbst „Schwungrad", s. S. 110, genannt) behandelt, und die gewonnenen Formeln auf das rollende Rad, den Kreisel, das Polytrop, das rotirende Geschoss u. s. w. in Anwendung gebracht. Doch sind die besagten von ihm aufgestellten Formeln aus mehreren Gründen unrichtig. Zunächst führt Scheffler als Moment der Gyralkraft $M_{y_{,}}$ in der für die ganze Abhandlung massgebenden Fundamentalgleichung S. 117, Zeile 5 v. u. den Werth $\gamma_{,}\gamma \frac{T}{2}$ an, während selbst, wenn $\omega=0$ wäre, also die materielle Rotationsaxe R in einer Ebene rotiren würde, wie es auch Scheffler



Es lässt sich demnach für diesen Fall mit besonderer Leichtigkeit die Berechnung der zur Erzeugung einer durch η, γ, ω gegebenen Bewegungsart nothwendigen Drehungsmomente M_{x_i}, M_{y_i}, M_{z_i} mit Hilfe der einfachen Bewegungsgleichungen 58) ausführen, wofern nur die constanten Trägheitsmomente T und T' gegeben sind.

Es unterliegt aber auch keiner Schwierigkeit, den entgegengesetzten Fall zu behandeln, nämlich, wenn die auf den starren Körper einwirkenden Kräfte, somit nach 49) auch M_{x_i}, M_{y_i}, M_{z_i} und die Trägheitsmomente T und T' bekannt sind, die die Bewegung völlig determinirenden Winkelgeschwindigkeiten γ, ω, η und die Winkelbeschleunigungen $\frac{d\gamma}{dt}$, $\frac{d\omega}{dt}$, $\frac{d\eta}{dt}$ zu bestim-

---

bei der Herleitung dieser Formel annimmt, M_{y_i} nach 58) den Zahlwerth $\eta\gamma T$ haben müsste. Nun wendet ferner Scheffler diesen Werth $\eta\gamma.\frac{T}{2}$, den er unter der Voraussetzung $\omega = 0$ abgeleitet hat, auf S. 120, Z. 17 v. u., und stets weiterhin auf die Bewegung der Axe R in einer Kegelfläche, wo $\omega \gtrless 0$ ist; dies wäre aber, abgesehen von dem früher gerügten Fehler, zufolge des Werthes für M_{y_i} in 58) nur dann gestattet, wenn $T' = T$ wäre, was bei den von Scheffler behandelten Körpern keineswegs der Fall ist. Ferner wendet Scheffler auf S. 120, Z. 11 v. o. und in der Folge stets die Relation $\gamma = \alpha \sin \Phi$ an, wo α die Winkelgeschwindigkeit der materiellen Rotationsaxe R um eine fixe Axe und Φ den Neigungswinkel der beiden letzteren bedeutet, während doch strenggemäss, wie sich aus 7) mit Leichtigkeit ergibt, $\gamma = \sqrt{\alpha^2 \sin^2 \Phi + \left(\frac{d\Phi}{dt}\right)^2}$ ist, somit der Werth $\gamma = \alpha \sin\Phi$ nur, wie dies auch die übereinstimmende Gleichung 38) zeigt, für den Fall $\frac{d\Phi}{dt} = 0$, also nur wenn die Bewegung der Axe R in einer senkrechten Kegelfläche vor sich geht, Anwendung finden darf, was im Allgemeinen für jede Gyralbewegung und für die von Scheffler behandelten speciellen Fälle anzunehmen, ganz unstatthaft ist. Ferner berücksichtigt Scheffler ganz und gar nicht die zufolge 58) auf γ, ω, η gleichfalls Einfluss nehmenden Momente M_{x_i} und M_{z_i}, was nach 58) wieder nur dann angeht, wenn $\frac{d\gamma}{dt} = 0$ und $\frac{d(\omega+\eta)}{dt} = 0$ ist, daher sowohl γ, als $\omega + \eta$, somit auch die resultirende Winkelgeschwindigkeit $\sqrt{\gamma^2 + (\omega+\eta)^2}$ um die augenblickliche Rotationsaxe als constant angenommen wird, eine Annahme, die bei den verschiedenen Bewegungsformen wohl selten sich realisirt.

men. Es ergeben sich nämlich aus 58) mit Leichtigkeit d… Werthe:

$$\xi = \frac{\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T'}\right)\left(\int M_z\, dt + C\right)\left(\int M_z\, dt + C'\right) - M_y}{\int M_z\, dt + C}$$

$$\eta = \frac{1}{T'}\left[\int M_z\, dt + C'\right]$$

$$\omega = \frac{\frac{1}{T}\left(\int M_z\, dt + C\right)\left(\int M_z\, dt + C'\right) + M_y}{\int M_z\, dt + C}$$

$$\frac{d\xi}{dt} = \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T'}\right) M_z - \frac{\frac{dM_y}{dt}}{\int M_z\, dt + C} + \frac{M_y \cdot M_z}{\left(\int M_z\, dt + C\right)^2}$$

$$\frac{d\eta}{dt} = \frac{M_z}{T'}$$

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{\frac{dM_y}{dt}}{\int M_z\, dt + C} + \frac{M_z}{T} - \frac{M_y M_z}{\left(\int M_z\, dt + C\right)^2}$$

C und C' sind Integrationsconstante, die durch den z… irgend einer beliebigen Zeit bekannten Bewegungszustand be-stimmbar sind.

Über die Functionen X_n^m.

Von **Leopold Gegenbauer** in Krems.

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. Juni 1873.)

Entwickelt man die Potenz x^n nach den Functionen X_n^m, so ird diese Entwickelung durch die Gleichung:

$$1.)\quad x^n = A_n X_n^m + A_{n-2} X_{n-2}^m + A_{n-4} X_{n-4}^m + \ldots$$

geben sein. Setzt man diese Reihe für y in die lineare Diffentialgleichung erster Ordnung:

$$2.)\quad xy' - ny = 0,$$

er x^n genügt, so verwandelt sich dieselbe in:

$$3.)\quad A_n\left[x(X_n^m)' - nX_n^m\right] + A_{n-2}\left[x(X_{n-2}^m)' - nX_{n-2}^m\right] + A_{n-4}\left[x(X_{n-4}^m)' - nX_{n-4}^m\right] + \ldots = 0.$$

Subtrahirt man die zwei Gleichungen:

$$4.)\quad X_s^{m+2} = \frac{(m+2)(m+4)\ldots(m+2s)}{\Pi(m+2s+1)}\left[(x^2-1)^{s+\frac{m+1}{2}}\right]^{(m+s+1)}$$

$$5.)\quad X_{s-2}^{m+2} = \frac{(m+2)(m+4)\ldots(m+2s-4)}{\Pi(m+2s-3)}\left[(x^2-1)^{s+\frac{m-3}{2}}\right]^{(m+s-1)}$$

n einander, so erhält man:

$$6.)\quad X_s^{m+2} - X_{s-2}^{m+2} = \frac{2s+m}{m} X_s^m.$$

Um eine weitere Relation zwischen den Functionen X_s^m zu den, setzen wir:

$$7.)\quad \varphi(\alpha) = (1-2\alpha x+\alpha^2)^{-\frac{m}{2}} = \sum_{s=0}^{s=\infty} X_s^m \,.\, \alpha^s.$$

ist alsdann:

8.) $(1-2\alpha x+\alpha^2)\varphi'(\alpha)+m(\alpha-x)\varphi(\alpha)=0.$

Da diese Gleichung für jeden Werth von α bestehen muss, so ist:

9.) $(2s+m)xX_s^m=(s+1)X_{s+1}^m+(m+s-1)X_{s-1}^m.$

Differentiirt man diese Gleichung und berücksichtigt dabei die Formel 6.), so findet man sogleich die Relation:

10.) $x(X_s^m)'=\frac{ms}{2s+m}X_s^{m+2}+\frac{m(m+s)}{2s+m}X_{s-2}^{m+2}.$

Die Gleichung 3.) lässt sich nun unter Berücksichtigung der Relationen 6.) und 10.) in folgender Gestalt schreiben:

11.) $\sum_{p=2}^{p=n}\left[\frac{p+n+m}{2p+m}A_p-\frac{n+2-p}{2p+m-4}A_{p-2}\right]X_{p-2}^{m+2}=0.$

Diese Gleichung kann für jedes x nur bestehen, wenn:

12.) $A_{p-2}=\frac{2p+m-4}{2p+m}\cdot\frac{p+n+m}{n+2-p}A_p$

ist. Da durch diese Gleichung jeder Coëfficient der Reihe 1.) durch den ihm unmittelbar vorangehenden bestimmt ist, so müssen wir nun noch den Werth von A_n ermitteln. Zu dem Zwecke differentiiren wir die Gleichung 1.) $n$mal nach x; wir erhalten dadurch:

$$13.)\quad A_n = \frac{\Pi(n)}{m(m+2)\ldots(m+2n-2)}.$$

Wir haben daher als Entwickelung von x^n nach den Functionen X_n^m die Reihe:

$$14.)\quad x^n = \frac{\Pi(n)}{m(m+2)\ldots(m+2n-2)}\left[X_n^m + \frac{m+2n-4}{2}X_{n-2}^m + \frac{(m+2n-8)(m+2n-2)}{2.4}X_{n-4}^m + \ldots\right].$$

Ist nun:

$$15.)\quad \varphi(x) = c_0 + c_1 x + c_2 x^2 + c_3 x^3 + \ldots$$

eine nach aufsteigenden Potenzen von x geordnete Function, so hat man die Entwickelung:

$$16.)\quad \varphi(x) = \sum_{n=0}^{n=\infty} B_n X_n^m,$$

wo:

ist. In den Formeln 14.), 16.) und 17.) sind die von uns in der Abhandlung: „Entwickelung nach den Functionen X_n^{2r+1}" (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissenschaften, 66. Bd.) aufgestellten Gleichungen als specielle Fälle enthalten.

Wir werden nun für $\varphi(x)$ einige specielle Functionen einführen. Zuerst setzen wir:

$$18.)\quad \varphi(x)=\frac{1}{(y-x)^r}.$$

Es ergibt sich in diesem Falle sofort die bemerkenswerthe Formel:

$$19.)\quad \frac{1}{(y-x)^r}=2^{r-m}\frac{\Pi(m-1)\,\Pi\left(r-\frac{m+1}{2}\right)}{\Pi(r-1)\,\Pi(2r-m-1)\,\Pi\left(\frac{m-1}{2}\right)}\sum_{n=0}^{n=\infty}(2n+m)X_n^m(x)\,.\,Y_{m+n-r}^{2r-m}(y).$$

Für $m=r$ verwandelt sich diese Gleichung in:

$$20.)\quad \frac{1}{(y-x)^r}=\frac{1}{\Pi(r-1)}\sum_{n=0}^{n=\infty}(2n+r)X_n^r(x)\,.\,Y_n^r(y).$$

Setzt man in den Gleichungen 19.) und 20.) $x=0$ und bedenkt, dass

$$21.)\quad X_n^q(0)=(-1)^{\frac{n}{2}}\begin{pmatrix}\frac{q+n-2}{2}\\ \frac{n}{2}\end{pmatrix}\quad \text{oder } =0$$

ist, je nachdem n eine gerade oder eine ungerade Zahl vorstellt, so erhält man die Relationen:

$$22.)\quad \frac{1}{y^r} = \frac{\Pi(r+s-1)\,\Pi\left(\frac{r-s-1}{2}\right)}{2^s\,\Pi(r-1)\,\Pi(r-s-1)\,\Pi\left(\frac{r+s-1}{2}\right)} \sum_{n=0}^{n=\infty} (-1)^n (4n+r+s) \binom{\frac{2n+r+s-2}{2}}{n} Y_{2n+s}^{r-s}(y)$$

$$23.)\quad \frac{1}{y^r} = \frac{1}{\Pi(r-1)} \sum_{n=0}^{n=\infty} (-1)^n (4n+r) \binom{\frac{2n+r-2}{2}}{n} Y_{2n}^r(y).$$

Setzt man in der Gleichung 20.) $r=1$ und in der Gleichung 22.) $r-s=1$, so erhält man die bekannten Entwickelungen nach Kugelfunctionen:

$$24.)\quad \frac{1}{y-x} = \sum_{n=0}^{n=\infty} (2n+1)\, P_{(x)}^n \,.\, Q_{(y)}^n.$$

$$25.)\quad \frac{1}{yr} = \frac{\Pi(2r-2)}{2^{r-1}[\Pi(r-1)]^2} \sum_{n=0}^{n=\infty} (-1)^n (4n+2r-1) \binom{\frac{2n+2r-3}{2}}{n} .\, Q_{(y)}^{2n+r-1}.$$

Setzt man für $\varphi(x)$ der Reihe nach die Functionen: $\cos xy$, $\sin xy$, e^{xy}, $(1-x^2)^r$ und X_n^r, so erhält man die Entwickelungen:

$$26.)\quad \cos xy = 2^{\frac{m}{2}-1}\,\Pi\left(\frac{m}{2}-1\right)y^{-\frac{m}{2}}\sum_{n=0}^{n=\infty}(-1)^n(4n+m)\,J_{(y)}^{\left(2n+\frac{m}{2}\right)}\,.\,X_{2n}^m$$

$$27.)\quad \sin xy = 2^{\frac{m}{2}-1}\,\Pi\left(\frac{m}{2}-1\right)y^{-\frac{m}{2}}\sum_{n=0}^{n=\infty}(-1)^n(4n+m+2)\,J_{(y)}^{\left(2n+1+\frac{m}{2}\right)}\,.\,X_{2n+1}^m$$

$$28.)\quad e^{xy} = 2^{\frac{m}{2}-1}\,\Pi\left(\frac{m}{2}-1\right)(iy)^{-\frac{m}{2}}\sum_{n=0}^{n=\infty}(2n+m)(-i)^n\,J_{(iy)}^{\left(n+\frac{m}{2}\right)}\,.\,X_n^m$$

$$29.)\quad (1-x^2)^r = \Pi\left(r+\frac{m-1}{2}\right)\Pi\left(\frac{m}{2}-1\right)\Pi(r)\sum_{n=0}^{n=r}(-1)^n\frac{\Pi(2n)}{2^{2n+1}\Pi(n)\Pi(r-n)\Pi\left(n+\frac{m-1}{2}\right)\Pi\left(r+n+\frac{m}{2}\right)}(4n+m)\,X_{2n}^m$$

$$30.)\quad X_n^r = \frac{\Pi\left(\frac{m-r}{2}\right)\Pi\left(\frac{m}{2}-1\right)}{2\,\Pi\left(\frac{r}{2}-1\right)}\sum_p(-1)^{\frac{n-p}{2}}\frac{\Pi\left(\frac{n+r+p}{2}-1\right)}{\Pi\left(\frac{m-r+p-n}{2}\right)\Pi\left(\frac{m+n+p}{2}\right)\Pi\left(\frac{n-p}{2}\right)}(2p+m)\,X_p^m$$

wenn $m > r$ ist,

$$31.)\quad X_n^r = \frac{\Pi\left(\frac{m}{2}-1\right)}{2\,\Pi\left(\frac{r}{2}-1\right)\Pi\left(\frac{r-m}{2}-1\right)}\sum_p\frac{\Pi\left(\frac{n+r+p}{2}-1\right)\Pi\left(\frac{r-m+n-p}{2}-1\right)}{\Pi\left(\frac{m+n+p}{2}\right)\Pi\left(\frac{n-p}{2}\right)}(2p+m)\,X_p^m$$

wenn $m < r$ ist. In den letzten zwei Formeln sind für p die Werthe: n, $n-2$, $n-4$, ... zu setzen.

Aus den Gleichungen 26.)—31.) lassen sich sofort die folgenden bestimmten Integrale ableiten:

$$32.)\quad \int_{-1}^{+1}(1-x^2)^{\frac{m-1}{2}}\,.\,\cos xy\,.\,X_{2n}^m\,.\,dx = (-1)^n\,\frac{2^{\frac{m}{2}}\,\Pi\left(\frac{m-1}{2}\right)\Pi(m+2n-1)\,.\,\sqrt{\pi}}{\Pi(m-1)\,\Pi(2n)\,y^{\frac{m}{2}}}\,.\,J_{(y)}^{\left(2n+\frac{m}{2}\right)}$$

$$33.)\quad \int_{-1}^{+1}(1-x^2)^{\frac{m-1}{2}}\,.\,\cos xy\,.\,X_{2n+1}^m\,.\,dx = 0$$

$$34.)\quad \int_{-1}^{+1}(1-x^2)^{\frac{m-1}{2}}\,.\,\sin xy\,.\,X_{2n}^m\,.\,dx = 0$$

$$35.)\quad \int_{-1}^{+1}(1-x^2)^{\frac{m-1}{2}}\,.\,\sin xy\,.\,X_{2n+1}^m\,.\,dx = (-1)^n\,\frac{2^{\frac{m}{2}}\,\Pi\left(\frac{m-1}{2}\right)\Pi(m+2n)\,.\,\sqrt{\pi}}{\Pi(m-1)\,\Pi(2n+1)\,y^{\frac{m}{2}}}\,.\,J_{(y)}^{\left(2n+1+\frac{m}{2}\right)}$$

$$36.)\quad \int_{-1}^{+1} (1-x^2)^{\frac{m-1}{2}} \cdot e^{xy} \cdot X_n^m \cdot dx = (-i)^n \frac{2^{\frac{m}{2}}\, \Pi\left(\frac{m-1}{2}\right) \Pi(m+n-1) \cdot \sqrt{\pi}}{\Pi(m-1)\, \Pi(n)\, (iy)^{\frac{m}{2}}} \cdot J_{(iy)}^{\left(n+\frac{m}{2}\right)}$$

$$37.)\quad \int_{-1}^{+1} (1-x^2)^{r+\frac{m-1}{2}} \cdot X_{2n}^m \cdot dx = (-1)^n \frac{\Pi\left(r+\frac{m-1}{2}\right) \Pi\left(n+\frac{m}{2}-1\right) \Pi(r) \cdot \sqrt{\pi}}{\Pi\left(r+n+\frac{m}{2}\right) \Pi\left(\frac{m}{2}-1\right) \Pi(n)\, \Pi(r-n)}$$

$$38.)\quad \int_{-1}^{+1} (1-x^2)^{r-\frac{m-1}{2}} \cdot X_{2n+1}^m \cdot dx = 0$$

$$39.)\quad \int_{-1}^{+1} (1-x^2)^{\frac{m-1}{2}} \cdot X_n^r \cdot X_p^m \cdot dx = (-1)^{\frac{n-p}{2}} \frac{\Pi(m+p-1)\, \Pi\left(\frac{m-r}{2}\right) \Pi\left(\frac{n+r+p}{2}-1\right) \Pi\left(\frac{m-1}{2}\right) \cdot \sqrt{\pi}}{\Pi\left(\frac{r}{2}-1\right) \Pi(p)\, \Pi\left(\frac{m-r+p-n}{2}\right) \Pi\left(\frac{n-p}{2}\right) \Pi(m-1)\, \Pi\left(\frac{m+n+p}{2}\right)}$$

wenn $m > r$ ist,

$$40.)\quad \int_{-1}^{+1} (1-x^2)^{\frac{m-1}{2}} \cdot X_n^r \cdot X_p^m \cdot dx = \frac{\Pi\left(\frac{m-1}{2}\right) \Pi(m+p-1)\, \Pi\left(\frac{n+r+p}{2}-1\right) \Pi\left(\frac{r+n-m-p}{2}-1\right) \cdot \sqrt{\pi}}{\Pi\left(\frac{r}{2}-1\right) \Pi(m-1)\, \Pi(p)\, \Pi\left(\frac{n-p}{2}\right) \Pi\left(\frac{m+n+p}{2}\right) \Pi\left(\frac{r-m}{2}-1\right)}$$

wenn $m < r$ ist. In den zwei letzten Integralen muss $p \leqq n$ und $n-p$ eine gerade Zahl sein; sind diese zwei Bedingungen nicht erfüllt, so ist:

$$41.)\quad \int_{-1}^{+1} (1-x^2)^{\frac{m-1}{2}} \cdot X_n^r \cdot X_p^m \cdot dx = 0.$$

Aus den Gleichungen 26.)—28.) leitet man leicht die folgenden in die Theorie der Bessel'schen Functionen gehörenden Relationen ab:

$$42.)\quad \cos y = 2^{\frac{m}{2}-1}\,\Pi\left(\frac{m}{2}-1\right) y^{-\frac{m}{2}} \sum_{n=0}^{n=\infty} (-1)^n (4n+m) \binom{-m}{2n} J_{(y)}^{\left(2n+\frac{m}{2}\right)}$$

$$43.)\quad \sin y = 2^{\frac{m}{2}-1}\,\Pi\left(\frac{m}{2}-1\right) y^{-\frac{m}{2}} \sum_{n=0}^{n=\infty} (-1)^{n+1} (4n+m+2) \binom{-m}{2n+1} J_{(y)}^{\left(2n+1+\frac{m}{2}\right)}$$

$$44.)\quad e^y = 2^{\frac{m}{2}-1}\,\Pi\left(\frac{m}{2}-1\right) (iy)^{-\frac{m}{2}} \sum_{n=0}^{n=\infty} (i)^n (2n+m) \binom{-m}{n} J_{(iy)}^{\left(n+\frac{m}{2}\right)}$$

$$45.)\quad 1 = 2^{\frac{m}{2}-1}\,\Pi\left(\frac{m}{2}-1\right) y^{-\frac{m}{2}} \sum_{n=0}^{n=\infty} (4n+m) \binom{\frac{m+2n-2}{2}}{n} J_{(y)}^{\left(2n+\frac{m}{2}\right)}$$

Setzt man in den Gleichungen 42.) und 43.) $n = -1$, so erhält man die bekannten Formeln:

$$46.)\quad J_{(y)}^{\left(-\frac{1}{2}\right)} = \sqrt{\frac{2}{\pi y}} \cos y$$

$$47.)\quad J_{(y)}^{\left(\frac{1}{2}\right)} = \sqrt{\frac{2}{\pi y}} \sin y.$$

Das Integral 39.) kann man benützen, um das Product $(1-x^2)^s . X_n^m$ nach den Functionen X_{n+2q}^{m-2s} zu entwickeln. Man erhält leicht die folgende Entwickelung:

$$48.)\quad (1-x^2)^s X_n^m = \frac{\Pi(m+n-1)\,\Pi(s)\,\Pi\left(\frac{m}{2}-s-1\right)}{2^{2s+1}\,\Pi(n)\,\Pi\left(\frac{m}{2}-1\right)} \sum_{q=0}^{q=s} (-1)^q \frac{\Pi(n+2q)\,\Pi\left(n+q-s-1+\frac{m}{2}\right)}{\Pi(m-2s+n+2q-1)\,\Pi(s-q)\,\Pi(q)\,\Pi\left(n+q+\frac{m}{2}\right)} . (2n+m+4q-2s) . X_{n+2q}^{m-2s}.$$

Setzt man in dieser Gleichung $m-2s=1$, multiplicirt sodann mit $\frac{dx}{y-x}$ und integrirt von $x=-1$ bis $x=+1$, so erhält man:

$$49.)\quad \int_{-1}^{+1} \frac{(1-x^2)^{\frac{m-1}{2}} X_n^m . dx}{y-x} = \frac{\Pi(m+n-1)\,\Pi\left(\frac{m-1}{2}\right)\sqrt{\pi}}{2^{m-1}\,\Pi(n)\,\Pi\left(\frac{m}{2}-1\right)} \sum_{q=0}^{q=\frac{m-1}{2}} (-1)^q \frac{\Pi\left(n+q-\frac{1}{2}\right)}{\Pi\left(\frac{m-2q-1}{2}\right)\Pi(q)\,\Pi\left(n+q+\frac{m}{2}\right)} . (2n+4q+1)\, Q_{(y)}^{(n+2q)}.$$

In der letzten Gleichung ist m eine ungerade Zahl. Zum Schlusse wollen wir noch erwähnen, dass man durch die Entwickelung des Ausdruckes: $(1+kx^2)^{-\left(n+1+\frac{m}{2}\right)}$ nach den Functionen X_n^m die zwei bestimmten Integrale:

$$50.)\quad \int_{-1}^{+1} \frac{(1-x^2)^{\frac{m-1}{2}} X_{2n}^m \, . \, dx}{(1+kx^2)^{n+1+\frac{m}{2}}} = \frac{\Pi(m+2n-1)\,\Pi\left(\frac{m-1}{2}\right) \cdot \sqrt{\pi}}{2^{2n}\,\Pi(n)\,\Pi(m-1)\,\Pi\left(n+\frac{m}{2}\right)} \cdot \frac{(-k)^n}{(1+k)^{n+\frac{1}{2}}}$$

$$51.)\quad \int_{-1}^{+1} \frac{(1-x^2)^{\frac{m-1}{2}} X_{2n+1}^m \, . \, dx}{(1+kx^2)^{n+1+\frac{m}{2}}} = 0$$

erhält.



SITZUNGSBERICHTE

DER

¹ERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

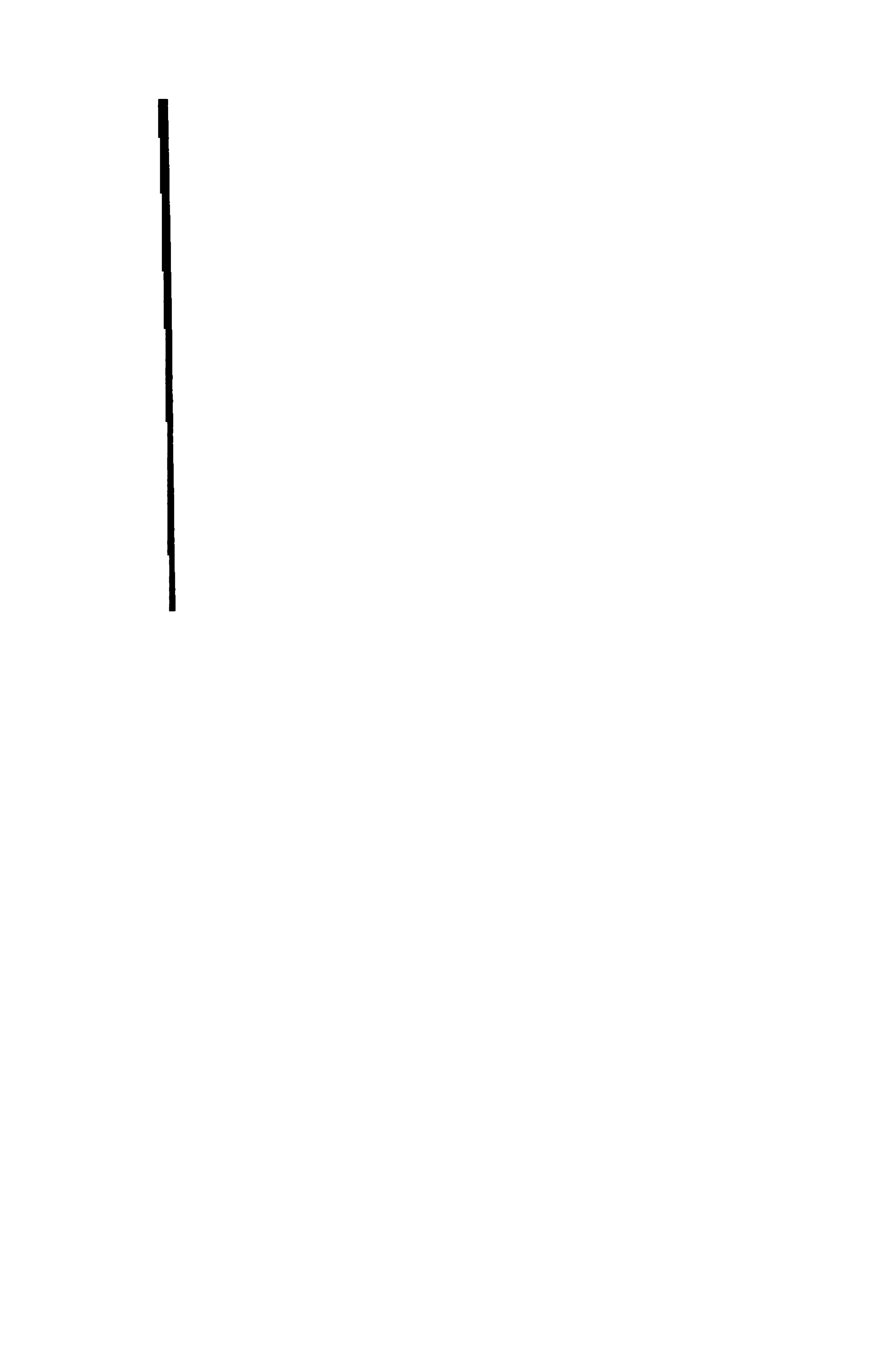
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXVIII. Band.

ZWEITE ABTHEILUNG.

9.

ᵗ die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Mechanik, Meteorologie und Astronomie.



XXV. SITZUNG VOM 6. NOVEMBER 1873.

Herr Prof. Dr. E. Mach in Prag übersendet eine Abhandng. betitelt: „Physikalische Versuche über den Gleichgewichtsm des Menschen."

Herr Dr. A. Boué übergibt eine Abhandlung: „Über besonre Attractions-Umstände bei Blitzschlägen."

Herr R. Niemtschik, Professor an der Wiener technichen Hochschule, überreicht eine Abhandlung: „Über die Contruction der einem Kreise eingeschriebenen Ellipse, von welcher er Mittelpunkt und eine Tangente gegeben ist."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

ccademia, Reale, dei Lincei: Atti. Tomo XXVI. Anno XXVI. Sess. 1ª. (1872.) Roma, 1873; 4º.

kademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Mai 1873. Nr. 1 & 2. Berlin; 8º.

– — Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte der philos.-philolog. und histor. Classe. 1872. Heft 4—5; 1873. Heft 1 bis 3. — Sitzungsberichte der mathem.-physikal. Classe. 1872. Heft 3. München; 8º. — Gedächtnissrede auf Friedrich Adolph Trendelenburg. Von Karl v. Prantl. München, 1873; 4º. — Rede in der öffentl. Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften am 25. Juli 1873, gehalten von J. von Döllinger. München, 1873; 4º. — Der Antheil der k. bayer. Akademie der Wissenschaften an der Entwickelung der Elektricitätslehre. Vortrag, gehalten von W. Beetz. München, 1873; 4º. — Verzeichniss der Mitglieder. 1873. 4º.

- — und Künste, Südslavische, zu Agram: Rad. Knjiga XXIV. U Zagrebu, 1873; 8º. — Stari pisci hrvatski. Knjiga V. U Zagrebu, 1873; 8º.

\erican Chemist. Vol. IV, Nrs. 3 & 4. Philadelphia, 1873; 4º.

Annales des mines. VIIe Série. Tome III. 3me Livraison de 1873. — Tables des matières de la VIe Série décennale 1862 --1871. Paris, 1873; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 31. Wien, 1873; 8°.

Arbeiten, Die astronomisch-geodätischen, des k. k. militär-geographischen Institutes in Wien. II. Band. Wien, 1873; 4°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1961 (Bd. 82. 17.) Kiel, 1873; 4°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLVIIIe Nr. 189. Genève, Lausanne, Paris, 1873; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nrs. 15—16. Paris, 1873; 4°.

Freiburg i. Br., Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1872/73. 4° & 8°.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XVI (neuer Folge VI) Nr. 9. Wien, 1873; 8°.

— allgemeine Schweizer., für die gesammten Naturwissenschaften: Neue Denkschriften. Band XXV, oder: Dritte Dekade. Band V. Zürich 1873; 4°. — Actes. 55^{e} Session. Fribourg, 1873; 8°.

— naturforschende, in Basel: Verhandlungen. V. Theil, 4. Heft. Basel, 1873; 8°.

— naturforschende, in Emden: LVIII. Jahresbericht. 1872. Emden, 1873; 8°.

— naturforschende, in Bern: Mittheilungen aus dem Jahre 1872. Nr. 792—811. Bern, 1873; 8°.

— Deutsche, geologische: Zeitschrift. XXV. Band, 2. Heft. Berlin, 1873; 8°.

— physikal.-medicin., in Würzburg: Verhandlungen. N. F. IV. Band, 2.—4. Heft; V. Band, 1. Heft. Würzburg, 1873; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 43—44. Wien, 1873; 4°.

Instituut, Koninkl., voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch Indië: Bijdragen. III. Volgreeks. VIII. Deel, 1^{e} Stuk. 's Gravenhage, 1873; 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie & verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XL, Heft 2—3. Speyer, 1873; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 22. Graz, 1873; 4°.

Lesehalle, Akademische, in Wien: III. Jahresbericht über das Vereinsjahr 1873. Wien; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873. Heft X. Gotha; 4°.

Nature. Nrs. 208—209, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VII, Nr. 3; Vol. VIII, Nr. 5. Torino, 1873; 4°.

Revista de Portugal e Brazil. Nr. 1. Outubro de 1873. Lisboa; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger." III[e] Année, 2[me] Série, Nrs. 17—18. Paris, 1873; 4°.

Smith, J. Lawrence, Mineralogy and Chemistry. Original Researches. Louisville, Ky., 1873; 8°.

Société Linnéenne du Nord de la France: Bulletin mensuel. Nrs. 10—16. 1873. Amiens; 8°.

— — de Bordeaux: Actes. Tome XXVIII. Troisième Série: Tome VIII, 2[e] Partie. Paris & Bordeaux, 1872; 8°.

— des Ingénieurs civils: Mémoires et Compte rendu des travaux. 3[e] Série. 26[e] Année, 2[e] Cahier. Paris, 1873; 8°.

— Ouralienne d'amateurs des sciences naturelles: Bulletin. Tome I. 1[er] Cahier. Jekaterinoslaw, 1873; 8°.

Society, The Royal Geological, of Ireland: Journal. Vol. XIII, Parts 2 & 3. (Vol. III, Parts 2 & 3. New Series.) London, Dublin, Edinburgh, 1872 & 1873; 8°.

Upsala, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1872/3. 4° & 8°.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftl. Veterinärkunde. XL. Band, 2. Heft. Wien, 1873; 8°.

Verein, naturforschender, in Brünn: Verhandlungen. XI. Band. 1872. Brünn, 1873; 8°.

Weyr, Emil, Die Lemniscate in razionaler Behandlung. Prag, 1873; 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang. Nr. 43—44. Wien, 1873; 4°.

Über besondere Attractionsumstände bei Blitzschlägen.

Von dem w. M. Dr. **A. Boué.**

Man hat wohl den Lauf der Gewitter oft beobachtet und erläutert, indem man, wie für den Hagel und Regen, fand, dass gewisse Gegenden oder Landesstriche den Gewittern besonders ausgesetzt wären. Man deutete auch oft auf die wahrscheinlichsten Ursachen solcher elektrischer Entladungen in der Atmosphäre oder Wolkenregion. Diese sind insbesondere die Nähe von Gebirgsketten, das Eingeschlossensein von gewissen Becken, das eigenthümliche Klima in gewissen Jahreszeiten, das Zusammenstossen von gewissen periodischen Winden, eine lange dauernde Hitzesteigerung in einer Gegend und auch der Contrast von Hitze und Kälte in gewissen Becken u. s. w.

Mir scheint aber, dass man nie oder nur selten die Bemerkung machte, dass in gewissen Gegenden der Blitz lieber und öfter in gewissen Localitäten als anderswo niederging, wenn daselbst die Richtung der elektrischen Säule einem bestimmten, öfters beobachteten Gang folgt.

Um das elektrische Equilibrium in der Luft und in der Erdoberfläche herzustellen, scheinen dem Blitzstrahl nicht alle Erdpunkte gleich wählbar zu sein. Nun im südlichen Wiener Becken, wo die Gewitter oft von Südwest oder von der Schneebergregion herunter kommen, habe ich seit 33 Jahren ziemlich oft die Gelegenheit gehabt, zu bemerken, dass der Blitz in der Gegend von Gainfahrn und Vöslau fast auf dieselben Localitäten zur Erde geht, namentlich am westlichen Ende Gainfahrn's, wie im letzteren 28. August, dann zweimal hinter dem Schlossgarten Gainfahrn's, das erstemal im Jahre 1861 (Akad. Sitzungsber. Bd. 44, Abth. I, S. 203); in meinem Weingarten in Ober-Vöslau im Jahre 1862 (s. Akad. Sitzungsber. Bd. 46, Abth. II, S. 40 bis

41); westlich vom Vöslauer Thermal-Teich im Jahre 1862, zweimal auf dem Vöslauer Kirchthurm, dann später in der Mitte Vöslau's und im Vöslauer Wald, sowie in der Ebene nördlich und nordöstlich von diesem Dorfe.

Das Merkwürdige in diesen Blitzschlägen auf einer schiefen SW.—NO.-Linie am Fusse der Vorberge der Alpen bleibt, dass die atmosphärische Elektricität fast immer so wenig von hoch erhabenen Gegenständen scheinbar angezogen wurde. Vorigen September fiel der Blitz unter der sonderbaren Form einer elektrischen Masse auf ganz niedrige Bauernhäuser, deren dadurch mehrere auf einmal zu brennen anfingen. Man hätte sich doch denken können, dass die viel höher gelegenen und grösseren Villen dieses Dorfes, sowie der Kirchthurm eine Blitzablenkung hätten hervorrufen müssen.

Dieselbe Bemerkung machte ich über die Blitze, welche unter der Form elektrischer Kugeln sowohl in Weingärten hinter dem Schlossgarten Gainfahrn's, als einige Jahre später in meinem Weingarten fielen. Die Entfernung des letzteren Blitzschlages von meinen drei Wohnhäusern war sehr gering, nur einige 50 bis 100 oder selbst 150 Schritte.

Ein anderes Mal, als der Blitz einen grossen Eichenbaum hinter dem Vöslauer Teich traf, konnte man wahrlich erstaunen, dass er die viel höheren Gebäude des Flora- und Schweizerhofes unberührt gelassen hatte und dass doch die Gewitterwolke über sie gegangen war. Nur in den zwei Fällen des auf einer Anhöhe isolirten Vöslauer Kirchthurmes, sowie einer Pappel des Fries'schen Gartens (Akad. Sitzungsb. Bd. 46, S. 41) könnte man an eine gewisse Anziehungskraft für das Niedergehen des Blitzes denken. Könnte das Vöslauer Plateau als eine Art Vorgebirge der Berge wohl auch durch seine besondere Lage zu dem häufigen Niedergehen des Blitzes beitragen? Das Eiserne Thor und die nächsten höheren Bergspitzen verursachen manchmal Blitzentladungen, weil die Gewitterwolken, wie die des Hagels und Regens, durch hohe Ketten sehr oft angezogen werden. Doch geschieht es auch, dass die elektrische Säule in die förmliche Ebene nordöstlich von Vöslau vorrückt, und dass daselbst die Wolken sich entladen, ohne vom nächsten Gebirge irgend eine wahrnehmbare Notiz zu nehmen. In diesem Falle

muss die Wolkenbewegungslinie von einer eigenen elektrischen Ursache herrühren.

Wenn aber der sich von SW. nach NO. erstreckende Fuss der Alpinischen Vorberge den Gang der elektrischen Wolken bis Vöslau theilweise wohl erklären mag, so möchte ich doch die Frage aufwerfen, ob nicht in den erwähnten Blitzfällen unterirdische Attractionsursachen, wie das sehr tiefe Vorhandensein gewisser Metallmassen oder selbst nur die Schwefelkies reichhaltig enthaltenden und in jenen Gegenden vorhandenen Kössener Schichten eine mögliche Wirkung auf die Blitzelektricität hat ausüben können? Diese letztere müsste man dann grösser als diejenige annehmen, welche höhere Gebäude, grosse Bäume, Wälder u. s. w. auszuüben im Stande sind.

Auf diese Weise könnte man die Möglichkeit verstehen, dass elektrische Blitzmassen hinter dem Gainfahrner Schlosse im Weingarten eher, als auf hohe Bäume des Schlossgartens oder im nahe liegenden Wald fielen, oder warum in meiner Liegenschaft nur Weinstöcke das elektrische Fluidum empfingen, und warum Gebäude und hohe Bäume verschont blieben. Endlich muss ich noch bemerken, dass die höchst sonderbare elektrische Erscheinung, welche ich im vorigen Jahre beim Kirchthurme in Gainfahrn erlebte (siehe Zeitschr. d. österr. met. Ges. Nr. 7, S. 345), auch auf derselben so oft vom Blitze getroffenen Linie von Gainfahrn-Vöslau liegt.

Darum, meinte ich, sollte man nicht nur genau die Strecken ausmitteln, welchen eine Gewitterwolke folgt, sondern auch über die verschiedenen Localitäten Erkundigungen sich verschaffen, wo der Blitz eingeschlagen hat. Es ist bekannt, dass der Lauf aller elektrischen Phänomene in der Atmosphäre, wie Gewitter, Hagel, Regen, Wasserhosen, sowie Wirbelwind, gänzlich oder nur theilweise fast geraden Linien folgen. Die Enden dieses Laufes, sowie die Abweichungen von jenen Linien bleiben aber immer die wichtigen Punkte für die theorisch so interessanten Beobachtungen dieser verschiedenen Phänomene.

Über die Construction der einem Kreise eingeschriebenen Ellipse, von welcher der Mittelpunkt und eine Tangente gegeben sind.

Von Prof. **R. Niemtschik.**

(Mit 1 Tafel.)

Da die Gesichtspunkte, unter welchen sich auch die in der Überschrift bezeichnete Aufgabe lösen lässt, in meiner Abhandlung „Über die Construction der einander eingeschriebenen Linien zweiter Ordnung“ [1] bereits entwickelt sind, so glaube ich im Anschlusse an jene Abhandlung (Art. 10) nun auch die nähere Ausführung der Construction und zwar schon deshalb hier mittheilen zu sollen, weil die Aufgabe selbst, wie mir scheint, in mehrfacher Hinsicht von Interesse ist.

Die Aufgabe entspricht dem besonderen Falle, in welchem der gegebene Kreis als Contour einer Kugel und die Ellipse als orthogonale Projection eines ebenen Schnittes k der Kugel zu betrachten ist.

In Fig. 1 sei mpq der gegebene Kreis, n der Mittelpunkt und pq eine Tangente der diesem Kreise einzuschreibenden Ellipse.

Die Berührungspunkte x, y des Kreises mpq mit der Ellipse ergeben sich als Durchschnitte der Bildtrace xy der Ebene von k mit dem Kreise mpq.

Daraus folgt, dass die Trace xy senkrecht stehen muss auf der Geraden mn, welche durch die Mittelpunkte m, n beider Kegelschnitte geht.

Die mit pq parallele Gerade uv, welche von dem Mittelpunkte n den gleichen Abstand wie pq hat, ist ebenfalls eine Tangente der Ellipse.

---

[1] Sitzb. II. Abth., März-Heft. Jahrg. 1873.

pq und *uv* sind also Projectionen der Tangenten *Eh*, Fh_1, welche dem Kreise *k* und den zur Bildfläche senkrechten Kreisen *Epq* und *Fuv* der Kugel gemeinschaftlich sind.

Die Ebene des Kreises *k* enthält die Tangenten *Eh*, Fh_1; sie berührt daher beziehungsweise in den Punkten *E*, *F* die Kreise *Epq*, *Fuv* und folglich in der Geraden *sEF* die Kegelfläche, deren Leitlinien die letztgenannten Kreise bilden und deren Scheitel der Durchschnittspunkt *s* der Geraden *pv*, *qu* ist.

Hiernach ist die Bildtrace *xy* durch den Punkt *s* und senkrecht auf *mn* zu ziehen.

Die Berührungskante *EF* der Kegelfläche mit der Ebene *k* geht durch den in der Bildfläche gelegenen Scheitel *s*, folglich muss auch die Projection *ef* dieser Kante durch den Punkt *s* gehen. Weil aber die Projectionen *e*, *f* von den Durchschnittspunkten *E*, *F* der Kante *EF* mit den Kreisen *Epq* und *Fuv* Berührungspunkte der parallelen Tangenten *pq*, *uv* bilden, so ist *ef* ein Durchmesser der Ellipse, und deshalb muss *ef* auch durch den Mittelpunkt *n* der Ellipse gezogen werden.

Fallen die Punkte *n*, *s* sehr nahe zusammen, so suche man, um *ef* mit grösserer Genauigkeit zu erhalten, einen der Punkte *e*, *f*, etwa *e*, auf folgende Weise:

Von dem Durchschnittspunkte *h* der Tangente *Eh* mit der Bildfläche, d. i. von dem gemeinschaftlichen Punkte der Geraden *pq*, *xy* ziehe man die Tangente $h\varepsilon$ an den umgelegten Kreis *pεq* und $\varepsilon e \perp pq$, oder die Tangente $h\varepsilon_1$ an den Kreis *mpq* und $\varepsilon_1 e \perp hm$; denn die Sehne $\varepsilon_1 e \varepsilon_2$ des Kreises *mpq* bildet den geometrischen Ort der Projectionen der Berührungspunkte aller Tangenten der Kugel, welche durch den Punkt *h* gezogen werden können, folglich muss die Projection *e* von dem Berührungspunkte *E* der Tangente *Eh* im Durchschnitte der Geraden *pq* und $\varepsilon_1\ \varepsilon_2$ liegen.

Sind die Punkte *e*, *f* gefunden, so kann man durch Umlegen der Punkte *E*, *F* um *ef* nach $\varepsilon_3\varphi_3$ den Durchmesser des projicirten Kreises *k*, d. i. $\varepsilon_3\varphi_3$ erhalten, und dann die grosse Axe $ab = \varepsilon_3\varphi_3$ und mittelst *ab* und eines der Punkte *e*, *f*, *x*, *y* die kleine Axe *cd* der Ellipse construiren.

Wenn der Durchschnittspunkt *l* der Tangente *f* und der Axe *ab* benützt werden kann, ist es jedoch vortheilhafter, die

Länge nf_1 des Halbmessers Fn durch Drehung des Winkels lfn in die zur Bildfläche parallele Ebene lf_1n zu bestimmen. — $ff_1 \parallel cd$, $fj \parallel ab$; $lf_1n = 90°$; $na = nb = nf_1$; $nc = nd = nj$.

Weil die Projectionen e, f der in der Ebene k enthaltenen Punkte E, F auf verschiedenen Seiten der Trace xy liegen, so befindet sich einer von den Punkten E, F auf der oberen, der andere auf der unteren Kugelhälfte. Nach dem Umlegen gelangt also E nach ε_3 auf die eine und F nach φ_3 auf die andere Seite von ef.

Die zweite Kegelfläche, welche durch die Kreise Epq und Fuv bestimmt ist, hat ihren Scheitel s_1 im Durchschnitte der Geraden pu, qv.

Da die Gerade $x_1 s_1 y_1$, welche durch den Scheitel s_1 senkrecht zu mn gezogen ist, den Kreis mpq nicht schneidet, so kann auch die durch die Gerade x_1y_1 berührend an die zweite Kegelfläche gelegte Ebene die Kugel nur nach einem Kreise k_1 schneiden, dessen Projection keine berührende Ellipse des Kreises mpq ist.

Weil aber ausser den Ebenen (k), (k_1), welche hinsichtlich der Bildfläche symmetrisch zu k, k_1 liegen und deshalb dieselben Bestimmungen wie k, k_1 liefern, keine Ebene denkbar ist, welche die Kreise Epq, Fuv berührte, und deren Bildtrace zu mn senkrecht wäre; so ist im vorliegenden Falle nur eine dem Kreise mpq eingeschriebene Ellipse möglich, welche n als Mittelpunkt und pq als Tangente hat.

Die vorher angegebene Construction des Punktes s der Trace xy gilt immer, wenn die Tangente pq der Ellipse den Kreisbogen xpy und die Tangente uv den Kreisbogen xvy schneidet, wenn also die Berührungspunkte e, f der genannten Tangenten auf verschiedenen Seiten der Trace xy liegen.

Die Berührungssehne xy der beiden Kegelschnitte bildet daher den geometrischen Ort der Durchschnittspunkte der Diagonalen aller Kreisvierecke, deren parallele Seiten die in bezeichneter Lage befindlichen Tangenten der Ellipse sind.

Wenn aber beide Tangenten pq, uv denselben Kreisbogen xdy in den Punkten p, q, u, v schneiden, wenn sie also die Ellipse auf derselben Seite von xy berühren, so schneiden sich die nicht parallelen Vierecksseiten pu, qv in einem Punkte s_2 der Trace xy.

In einem solchen Falle berührt die Ebene des als die fragliche Ellipse sich projicirenden Kreises k mit derselben Seite die Leitlinien Epq, Fuv der Kegelfläche s_2Epquv.

Dann kann aber durch den gemeinschaftlichen Punkt s der Diagonalen pu, qv keine berührende Ebene an die Kegelfläche $spquv$ gelegt werden, deren Trace zu mn senkrecht wäre, weil diese Trace innerhalb der Kegelfläche liegend erhalten wird.

Aus der Figur 1 ergeben sich nun leicht Auflösungen für die Aufgabe:

Die Endpunkte a, b, c, d der Axen einer Ellipse zu construiren, wenn die Lage der Axen ab, cd und eine Tangente xt sammt dem Berührungspunkte x dieser Linie gegeben sind.

Zu dem Behufe betrachte man die Ellipse als orthogonale Projection eines ebenen Schnittes k einer Kugel, welche die Ellipse in dem Punkte x berührt und deren Mittelpunkt m in der kleinen Axe cd liegt. $xm \perp xt$.

Unter diesem Gesichtspunkte betrachtet, erscheint der sich ergebende Diameter xr der Ellipse als orthogonale Projection des Diameters xR vom Kreise k.

Man hat also nur die wahre Grösse $x\rho$ von xR durch Drehung der Kugelsehne xR um xr in die Bildfläche zu bestimmen, $ab = x\rho$ zu machen und cd vermittelst ab und x oder r zu construiren.

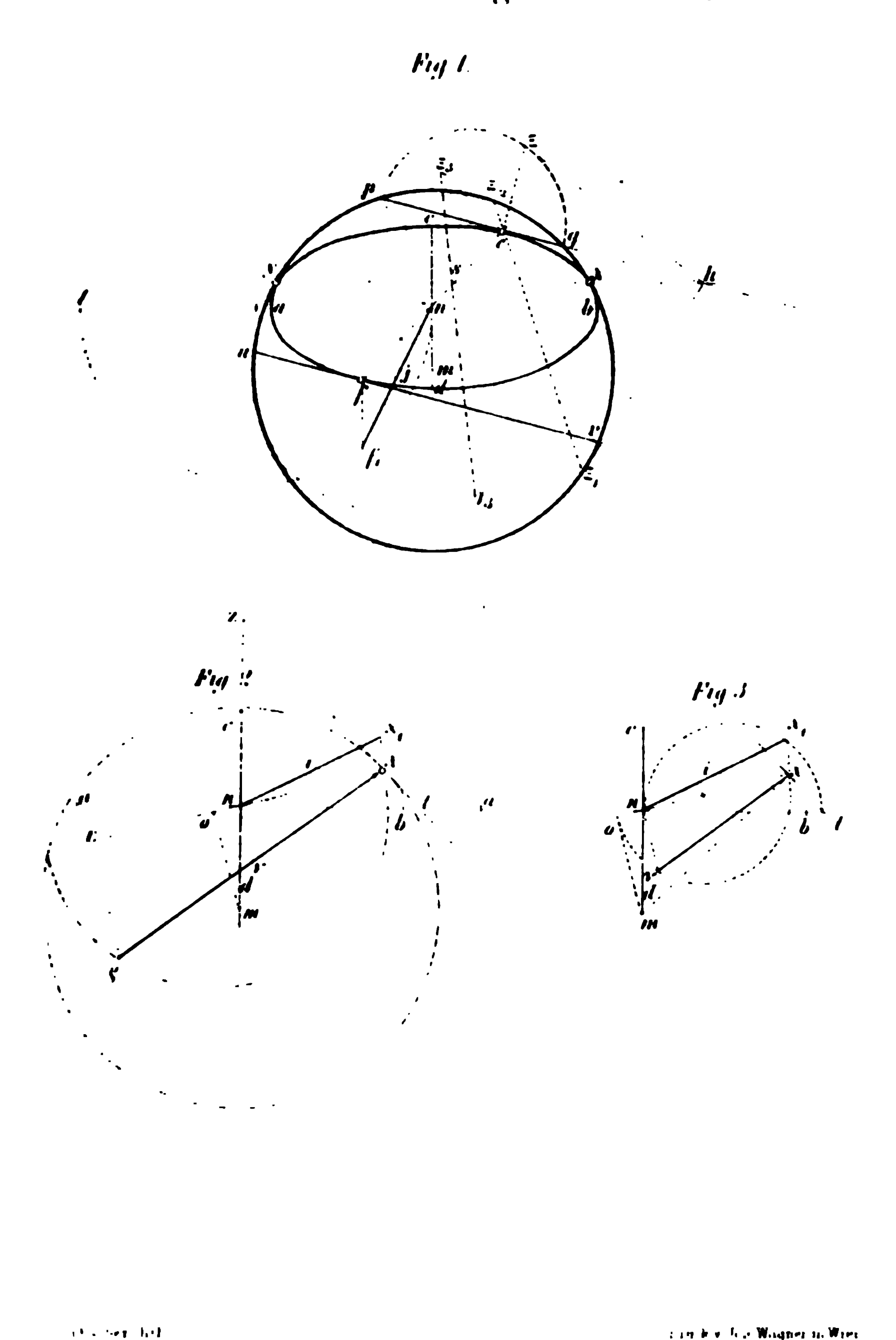
Der leichteren Übersicht wegen wurde diese Aufgabe in Fig. 2 gelöst.

Es ist $xm \perp tx$, $nr = nx$, $mo \parallel r\rho \perp xw$, $o\rho = o\omega = ox$, $na = nb = {}^1/_2\, x\rho$.

Zieht man $n\nu \perp xw$, so ist $x\nu = {}^1/_2\, x\rho$ die Länge der grossen Halbaxe $na = nb$.

Weil nun $x\nu o = x\rho\omega = 90°$ ist, so kann die Strecke $x\nu$ gefunden werden, wenn man in Fig. 3, $xm \perp tx$, mo sowie $n\nu \perp xno$ errichtet, über xo den Halbkreis $x\nu o$ beschreibt und die Gerade $x\nu$ zieht.

Am einfachsten ergeben sich ni und nx_1, Fig. 2, 3, als Längen der beiden Halbaxen. $xx_1 \perp nt$, $xi \parallel ab$; $nx_1t = nit = 90°$.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.



Zum Schlusse füge ich noch die Bemerkung bei, dass die Construction der einer Linie zweiter Ordnung umschriebenen Linien derselben Ordnung nach denselben Grundsätzen wie jene der eingeschriebenen Linien erfolgen kann.

Im Allgemeinen ist die gegebene Linie als ein Hauptschnitt oder als Contour einer windschiefen Fläche zweiter Ordnung und die umschriebene Linie l als orthogonale Projection eines ebenen Schnittes der bezüglichen Fläche zu betrachten.

Die ausführliche Behandlung der verschiedenen Fälle über das genannte Thema bleibe einer späteren Gelegenheit vorbehalten.

XXVI. SITZUNG VOM 13. NOVEMBER 1873.

Herr Prof. Dr. L. Pfaundler in Innsbruck übersendet eine Abhandlung: „Über einen Apparat zur Demonstration der Zusammensetzung beliebiger rechtwinklig auf einander stattfindender Schwingungen."

Herr Director Dr. Jos. Stefan überreicht den theoretischen Theil seiner Abhandlung: „Versuche über die Verdampfung".

Herr Regierungsrath Dr. K. v. Littrow berichtet über die neuerliche Entdeckung eines teleskopischen Kometen, welche Herrn Coggia in Marseille am 10. November d. J. gelungen ist.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie, königl., gemeinnütziger Wissenschaften zu Erfurt: Jahrbücher. Neue Folge. Heft VII. Erfurt, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1962 (Bd. 82. 18.) Kiel, 1873; 4°.

Bericht des k. k. Krankenhauses Wieden zu Wien vom Jahre 1871. Wien, 1873; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 17. Paris, 1873; 4°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Bd., Nr. 21. Wien, 1873; 4°.

— böhmische, chemische: Berichte. IV. Heft. Prag, 1873; 8°.

— der Wissenschaften, Oberlausitzische: Neues Lausitzisches Magazin. L. Band, 1. Heft. Görlitz, 1873; 8°.

— naturhistorische, zu Hannover: XXII. Jahresbericht. Hannover, 1872; 8°.

— physikalisch-ökonomische, zu Königsberg: Schriften. XIII. Jahrgang. 1872. II. Abtheilung. Königsberg; 4°. — Geologische Karte der Provinz Preussen. Sect. 12. Danzig. Folio.



esellschaft, Deutsche, für Natur- und Völkerkunde Ostasiens: Mittheilungen. I. Heft. Mai 1873. Yokohama; 4°.

ewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 45. Wien, 1873; 4°.

istitute, The Anthropological, of Great Britain and Ireland: Journal. Vol. II, Nr. 3. London, 1873; 8°.

ihresbericht über die Fortschritte der Chemie etc., von Alex. Naumann. Für 1871. I. Heft. Giessen, 1873; 8°.

asan, Universität: Bulletin et Mémoires. 1873. Nr. 1. Kasan, 1872; 8°.

eller, Filippo, Ricerche sull' attrazione delle montagne con applicazioni numeriche. Parte II^da^. Roma, 1873; 8°.

onninck, L. G. de, Monographie des fossiles carbonifères de Bleiberg en Carinthie. Bruxelles & Bonn, 1873; 4°.

ojsisovics v. Mojsvár, Edmund, Das Gebiet um Hallstatt. I. Theil: Die Mollusken-Faunen der Zlambach- und Hallstätter Schichten. (Abhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. Band VI.) Wien, 1873; 8°.

oniteur scientifique du D^teur^ Quesneville. 383e Livraison. Paris, 1873; 4°.

ontigny, Ch., Mesures d'altitude barométriques prises à la tour de la cathédrale d'Anvers, sous l'influence de vents de vitesse et de directions différentes. Bruxelles, 1873; 8°.

ature. Nr. 210, Vol. IX. London, 1873; 4°.

bservatory of Trinity College, Dublin: Astronomical Observations and Researches. II^d^ Part. Dublin, 1873; 4°.

nderzoekingen gedaan in het physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. III. Reeks. II. Aflev. 2. Utrecht, 1873; 8°.

aspail, F. V., Almanach et Calendrier météorologique pour l'année 1874. Paris & Bruxelles; 12°.

levue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". IIIe Année, 2me Série, Nr. 19. Paris, 1873; 4°.

stock, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1871—1873. 8°, 4° & Folio.

ciété Royale des Sciences de Liège: Mémoires. IIe Série. Tome III. Liège, Bruxelles & Paris, 1873; 8°.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XXe. 1873. Revue bibliographique B. Paris; 8°.

Virlet d'Aoust, Les origines du Nil. Paris, 1872; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 45. Wien, 1873; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang, 13. Heft. Wien, 1873; 4°.

Versuche über die Verdampfung.

Von dem w. M. J. **Stefan.**

Die bisher über die Verdampfung von Flüssigkeiten ausgeführten Versuche haben nicht zu Ergebnissen geführt, welche sich in die Form von bestimmten physikalischen Gesetzen hätten bringen lassen. Es leiden diese Versuche alle an dem Fehler, dass sie nicht unter hinreichend einfachen mathematisch ausdrückbaren und planmässig variirten Bedingungen angestellt worden sind. Der Mangel einer präcisen theoretischen Vorstellung von dem Wesen des Verdampfungsprocesses war auch für die experimentelle Entwicklung der Lehre von der Verdampfung ein Hinderniss.

Ich habe nun eine Reihe von Versuchen ausgeführt in der Absicht, diese bedeutende Lücke in der Physik auszufüllen. Durch dieselben ist zwar die gestellte Aufgabe noch nicht vollständig gelöst. Die Versuche werden noch einer mehrfachen Wiederholung bedürfen, damit die aus ihnen gezogenen Resultate, namentlich die numerischen Werthe der auf die Natur der Dämpfe sich beziehenden neuen Constanten die nöthige Sicherheit gewinnen. Ferner wird die Ausdehnung der Versuche auf die vielen verschiedenen Flüssigkeiten noch einen grossen Aufwand von Arbeit erfordern. Ich veröffentliche gleichwohl das bisher von mir Gefundene namentlich, weil ich die Fortsetzung gewisser Versuche zu verschieben genöthigt bin.

Während frühere Experimentatoren wohl wegen des meteorologischen Interesses fast ausschliesslich sich nur mit der Verdampfung des Wassers beschäftigten, erschienen mir gerade Versuche mit dieser Flüssigkeit am wenigsten zur Erreichung des gesteckten Zieles, der Auffindung allgemeiner Gesetze, geeignet. Das Wasser verdampft bei gewöhnlicher Temperatur zu

langsam, die Vergrösserung der zu messenden Mengen durch Verlängerung der Beobachtungszeit ist nicht ausführbar, da die Verdampfungsgeschwindigkeit nicht nur von der Temperatur, sondern ausserdem noch von dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft abhängig und es schwer ist, diese beiden Grössen durch eine längere Zeit im Beobachtungsraume constant zu erhalten. Auch ist der Dampfdruck des Wassers bei gewöhnlicher Temperatur sehr klein gegen den Luftdruck, und können gewöhnliche Verdunstungsversuche das Gesetz der Abhängigkeit der Verdampfungsgeschwindigkeit vom Dampfdrucke nicht erkennen lassen, da es gerade darauf ankommt, letztere Grösse bedeutend zu variiren.

Es empfiehlt sich aus diesen Gründen, eine flüchtigere Flüssigkeit zu den Versuchen zu wählen und zwar eine Flüssigkeit, welche Wasserdampf aus der Luft entweder gar nicht oder nur in sehr kleiner Menge aufzunehmen im Stande ist, wie z. B. Äther, Schwefelkohlenstoff.

Dass man mit solchen Flüssigkeiten nicht schon längst Versuche angestellt, mag wohl der Umstand Ursache sein, dass die Raschheit ihrer Verdampfung eine bedeutende Erniedrigung der Temperatur ihrer Oberfläche zur Folge hat und die Bestimmung dieser Temperatur nicht gut ausführbar ist. Um diesen Uebelstand so viel als möglich zu vermeiden, wählte ich als Verdunstungsgefässe nicht weite Schalen, wie man es bisher gethan, sondern verhältnissmässig enge Röhren. Die Kleinheit des Querschnittes der verdampfenden Flüssigkeit macht es möglich, dass diese ihren Wärmeverlust leichter aus der Umgebung decken kann. Es wird zwar die Oberfläche immer etwas niedriger temperirt sein, als die Umgebung selbst, es genügt jedoch, wenn diese Differenz unter die Grösse anderer nicht leicht vermeidlicher Störungen und Fehler tritt.

Die Versuche über die Verdampfung aus offenen in freier Luft aufgestellten Röhren haben zuerst zu zwei sehr einfachen auf die geometrischen Verhältnisse des Experiments Bezug nehmenden Gesetzen geführt.

Die Geschwindigkeit der Verdampfung einer Flüssigkeit aus einer Röhre ist dem Abstande der

Niveau's der Flüssigkeit vom offenen Ende verkehrt proportional.

Dieses Gesetz tritt in voller Schärfe zum Vorschein, selbst bei sehr rascher Verdampfung, wenn die Niveaudistanz etwa 10 Mm. übersteigt. Bei kleinerer Niveautiefe treten leicht Störungen, wie z. B. eine Temperaturerniedrigung auf, welche die Erlangung sicherer Resultate nicht gestatten.

Die Verdampfungsgeschwindigkeit ist unabhängig vom Durchmesser der Röhre.

Dieses Resultat ergab sich aus Versuchen mit Röhren, deren Durchmesser von 0·6 Mm. bis 6 Mm. variirten.

Die nächste Aufgabe bildete die Ermittlung der Abhängigkeit der Verdampfungsgeschwindigkeit von der Temperatur, speciell von dem jeder bestimmten Temperatur entsprechenden Maximum der Spannkraft des aus der Flüssigkeit sich entwickelnden Dampfes.

In Bezug auf diese Abhängigkeit hat Dalton das Gesetz aufgestellt, dass die Verdampfungsgeschwindigkeit dem erwähnten Maximum proportional ist. Meine Versuche treten diesem Gesetze entschieden entgegen, hingegen harmoniren sie mit dem folgenden:

Die Verdampfungsgeschwindigkeit ist proportional dem Logarithmus eines Bruches, dessen Zähler der Luftdruck, dessen Nenner der um das Maximum der Dampfspannung verminderte Luftdruck ist.

Das Dalton'sche Gesetz bildet gewissermassen die erste Approximation an das soeben Aufgestellte. Ist die Dampfspannung klein gegen den Luftdruck, so kann man obigen Logarithmus ersetzen durch den Quotienten aus der Dampfspannung und dem Luftdrucke. Im Allgemeinen aber ist nach dem neuen Gesetze das Ansteigen der Verdampfungsgeschwindigkeit mit der Temperatur ein rascheres, als das Wachsthum des Maximums des Dampfdruckes. Ja für den Fall, als dieses Maximum gleich wird dem Luftdrucke, wird nach dem neuen Gesetze die Verdampfungsgeschwindigkeit unendlich gross und bezeichnet das Gesetz damit den Eintritt eines neuen Processes, nämlich des Siedens der Flüssigkeit.

Die zweite Abtheilung dieser Abhandlung enthält die theoretische Discussion der im ersten Theile aufgeführten Versuche und Resultate. Der Verdampfungsprocess ist zu zerlegen in zwei, in die Emission der Dampftheilchen aus der Oberfläche der Flüssigkeit und in die Diffusion dieser Theilchen durch die über der Flüssigkeit befindliche Luft. Die Aufgabe der Theorie besteht zunächst in der Aufstellung der Differentialgleichungen für die Diffusion des Dampfes, dann in der Auffindung einer für die Oberfläche der Flüssigkeit geltenden Gleichung.

Die Gleichungen für die Bewegung des Dampfes durch die Luft sind dieselben, wie die Gleichungen für die Bewegung zweier Gase durch einander, welche Gleichungen ich in einer früheren Abhandlung abgeleitet und zur Berechnung der über die Diffusion von Gasen angestellten Versuche angewendet habe. Die Grundsätze, auf welche ich diese Ableitung gegründet, sind folgende. Die bewegenden Kräfte, welche auf die Theilchen eines Gases in einem Gemenge wirken, sowohl äussere als auch jene, welche aus den Druckdifferenzen entspringen, sind so in Rechnung zu setzen, als ob dieses eine Gas allein in dem vom Gemenge erfüllten Raume vorhanden wäre. Es ist dieser Satz eine Erweiterung des für die Aërostatik giltigen Dalton'schen Princips auf die Probleme der Aërodynamik. Der Einfluss eines zweiten in demselben Raume vorhandenen Gases auf die Bewegung des ersten aber wird bestimmt durch folgende Annahme: Jedes Theilchen eines Gases, welches sich durch ein zweites Gas bewegt, erfährt von diesem einen Widerstand, welcher proportional ist der Dichte dieses zweiten Gases und der relativen Geschwindigkeit beider.

Die auf diese Art gewonnenen Gleichungen, specialisirt für den Fall der in der ersten Abtheilung beschriebenen Versuche, liefern alsogleich die ersten zwei über die Abhängigkeit der Verdampfungsgeschwindigkeit von der Tiefe des Niveaus und vom Durchmesser der Röhre gefundenen Gesetze. Sie liefern auch noch das dritte Gesetz, welches für die Abhängigkeit der Verdampfungsgeschwindigkeit von dem Maximum der Dampfspannung aufgestellt wurde, wenn man annimmt, dass die Dampfspannung an der Oberfläche der Flüssigkeit selbst immer

dem bezeichneten Maximum gleich, also die unmittelbar auf der Flüssigkeit liegende Luftschichte mit Dampf gesättigt ist.

Damit ist zugleich die für die Oberfläche der Flüssigkeit giltige einfache Grenzbedingung gewonnen.

Die aufgestellten Gleichungen gestatten nunmehr auch die Berechnung der jedem Paare von Gasen eigenthümlichen Constanten, welche man Diffusionscoëfficient nennt. Dieser ist für Ätherdampf-Luft = 0·082, für Schwefelkohlenstoffdampf-Luft = 0·099 und beziehen sich diese Zahlen auf Centimeter als Längen-, Secunde als Zeiteinheit.

In der Abhandlung über die dynamische Theorie der Diffusion der Gase habe ich den Widerstand, welchen ein Gastheilchen bei der Bewegung durch ein zweites Gas erfährt, als Function der Massen und Durchmesser der Molecüle und ihrer Temperatur berechnet. Mit Hilfe der dort gefundenen Formeln ist man im Stande, aus den Diffusionscoëfficienten die für jedes Gas charakteristische mittlere Länge des Weges, welchen ein Molecül von einem Zusammenstosse mit einem andern Molecül bis zu dem nächsten Zusammenstosse macht, zu berechnen.

Nimmt man die mittlere Weglänge für Luft, wie ich sie in der citirten Abhandlung aus den von Loschmidt ausgeführten Diffusionsversuchen berechnet habe = 0·0000071 Cm., so erhält man aus den obigen Diffusionscoëfficienten die mittlere Weglänge für Ätherdampf = 0·0000023, für Schwefelkohlenstoffdampf = 0,0000032.

Die mittlere Weglänge für ein bestimmtes Gas ist abhängig von der Grösse seiner Molecüle und steht mit dem Querschnitte dieser in verkehrtem Verhältniss. Man kann daher aus den soeben angeführten Zahlen das Verhältniss der Molecüldurchmesser ableiten und erhält den Durchmesser eines Äthermolecüls nahe 1·2mal grösser als den eines Schwefelkohlenstoffmolecüls und das Volumen des ersten 1·67mal grösser als das des zweiten.

Die Dichte des flüssigen Äthers ist 220mal grösser als die normale Dichte seines Dampfes, die Dichte des flüssigen Schwefelkohlenstoffs 374mal grösser, als die seines Dampfes. Nehmen wir an, die Molecüle im flüssigen Äther und Schwefelkohlenstoff seien so aneinander geschmiegt, dass sie den von der Flüssigkeit occupirten Raum vollständig ausfüllen. Dann müssen, weil

gleiche Dampfvolumina bei demselben Drucke und derselben Temperatur gleich viel Molecüle enthalten, die Volumina der Äther- und Schwefelkohlenstoffmolecüle sich zu einander verhalten, wie 374 zu 220 und der Quotient dieser beiden Zahlen 1·70 steht in grosser Uebereinstimmung mit dem früher gefundenen Werthe 1·67.

Unter der über die Lagerung der Molecüle in einer Flüssigkeit gemachten Annahme lässt sich aus der für einen Dampf gefundenen mittleren Weglänge und aus dem Verhältnisse der Dichten des Dampfes und der Flüssigkeit der absolute Werth des Molecüldurchmessers ableiten. Man erhält für Äther denselben = 0·000000089 Cm., für Schwefelkohlenstoff = 0·000000073. Aus jeder dieser Zahlen kann man mit Hilfe des Verhältnisses der mittleren Weglängen den Durchmesser eines Luftmolecüls ableiten. Beide liefern dafür denselben Werth 0·000000049 Cm. Ein Luftmolecül ist natürlich als eine Art Mittelwerth der Stickstoff- und Sauerstoffmolecüle aufzufassen.

In der dritten Abtheilung der Abhandlung wird eine zweite Art von Versuchen beschrieben, welche sich auf die Verdampfung in geschlossenen Röhren beziehen. Taucht man eine Röhre, die an einem Ende geschlossen, am andern offen, mit diesem Ende in Äther, so entwickeln sich fortwährend Blasen anfangs rascher, später langsamer, und zwar befolgt diese Blasenentwicklung ein sehr einfaches Gesetz: Die Zeiten, in welchen sich auf einander folgend gleiche Anzahlen von Blasen entwickeln, verhalten sich wie die ungeraden Zahlen.

Enthält die eingetauchte Röhre Wasserstoffgas statt Luft, so entwickelt sich dieselbe Anzahl von Blasen in einer viermal kürzeren Zeit. Insofern die Anzahl der entwickelten Blasen ein Mass für die Menge des gebildeten Dampfes bildet, folgt daraus, dass die Verdampfung des Aethers in Wasserstoffgas viermal rascher vor sich geht als in Luft.

Es schien mir wichtig, dieses neue Resultat noch durch einen zweiten Versuch nach Art der in der ersten Abtheilung beschriebenen sicher zu stellen. Ich habe einen einfachen Apparat zusammengestellt, welcher es erlaubt, eine Flüssigkeit in jedem beliebigen Gase verdampfen zu lassen und zwar unter denselben Bedingungen, unter welchen die Verdampfung in de

freien Luft vor sich geht. Ein Versuch mit diesem Apparate hat gelehrt, dass der Äther in einer Wasserstoffatmosphäre aus einem Röhrchen 3·7 Mal rascher verdunstet, als in Luft. Ist auch die Übereinstimmung zwischen den zwei Versuchen keine besonders grosse, so genügt sie doch zur Sicherstellung dieser neuen Thatsache.

Über die Verdampfung in geschlossenen Röhren habe ich noch eine andere Art von Versuchen gemacht, welche sich auch zu absoluten Bestimmungen eignen. Taucht man eine mit einem Hahn versehene Röhre mit offenem Hahn in Äther und schliesst darauf den Hahn, so sinkt das Niveau der Flüssigkeit in der Röhre unter das äussere, und die Tiefen, bis zu denen das innere Niveau in bestimmten Zeiten sinkt, verhalten sich wie die Quadratwurzeln aus diesen Zeiten.

Man erkennt leicht, dass dieses Gesetz im Wesen mit dem früher über die Blasenentwicklung ausgesprochenen übereinstimmt. Beide gelten jedoch nicht unbedingt für alle beliebige Zeiten, sondern nur für den Beginn des Processes. Man kann sie als genau annehmen, bis etwa halb so viel Dampf in der Röhre sich entwickelt hat, als sich überhaupt bis zur Sättigung entwickeln kann. Sie gelten, wie die Theorie dieser Versuche lehren wird, in aller Strenge für eine unendlich lange Röhre, und eine Abweichung wird so lange nicht merkbar, so lange der Partialdruck des am geschlossenen Ende der Röhre angelangten Dampfes innerhalb der Beobachtungsfehler liegt.

Die Theorie dieser Versuche, so wie die Anwendung derselben zur Bestimmung der Diffusionscoëfficienten will ich erst in einer nächsten Abhandlung vorführen. Ich habe die Versuche schon in dieser beschrieben, da sie mir an und für sich von Interesse zu sein scheinen.

Hingegen habe ich in dieser Abhandlung einen anderen Punkt nur theoretisch erörtert, ohne noch diese Erörterung experimentell geprüft zu haben. Da die Natur des Gases, in welchem eine Flüssigkeit verdampft, auf die Geschwindigkeit der Verdampfung von wesentlichem Einfluss ist, so darf man strenge genommen bei der Discussion der Versuche über die Verdampfung in Luft diese nicht als ein einfaches Gas betrachten,

sondern als ein Gemenge, und wenn man nur die Hauptbestandtheile der Luft, Stickstoff und Sauerstoff in Betracht zieht, als ein Gemenge von zwei Gasen. Die früher aufgestellten Gleichungen lassen sich leicht der Art erweitern, dass auch dieser Fall der Rechnung unterzogen werden kann. Es ergibt sich nun das interessante Resultat, dass die Verdampfung einer Flüssigkeit in einem Gasgemenge eine Aenderung des Mischungverhältnisses seiner Bestandtheile zur Folge hat, der Art, dass immer das diffusiblere Gas in der Nähe der verdampfenden Flüssigkeit im relativen Ueberschlusse gegen das andere sich befindet.

Lässt man also eine Flüssigkeit in einer mit Knallgas gefüllten Röhre verdampfen, so wird der Wasserstoffgehalt des Gemenges in der Nähe der Flüssigkeit ein relativ grösserer sein als in den andern Theilen der Röhre.

Wie es sich mit der Luft verhält, lässt sich leider aus den bisher gemachten Versuchen nicht mit Sicherheit voraussagen. Legt man die Graham'schen Beobachtungen über die Bewegung der Gase durch Capillarröhren der Berechnung der Diffusionscoëfficienten eines Dampfes und des Stickstoffs oder Sauerstoffs zu Grunde, so findet man den Unterschied zwischen denselben sehr klein und zwar den Diffusionscoëfficienten des Stickstoffs grösser. Daraus würde folgen, dass die Luft in der Nähe einer verdampfenden Flüssigkeit relativ stickstoffreicher ist. Hingegen gelangt man gerade zu dem entgegengesetzten Resultate, wenn man die Versuche von Loschmidt den Berechnungen zu Grunde legt, in welchem Falle man den Diffusionscoëfficienten für Sauerstoff merklich grösser erhält als den für Stickstoff.

Aus dem geringen Unterschiede zwichen dem Verhalten des Stickstoffs und Sauerstoffs folgt nun noch, dass man bei den Diffusionsprocessen die Luft wie ein einfaches Gas behandeln kann, ohne einen merklichen Fehler zu begehen.

A. Versuche über die Verdampfung aus offenen Röhren.

Die Verdampfungsgefässe sind Glasröhrchen, mit Millimetertheilungen versehen, der Art, dass das offene Ende der Röhre mit dem Nullpunkt der Theilung zusammenfällt. Sie werden in einen Träger gespannt und vertical aufgestellt in einem geräumigen Zimmer, in welchem durch Offenhalten eines Fensters auch eine fortwährende Lufterneuerung ermöglicht ist.

Die Röhre wird bis nahe an den Rand mit der Flüssigkeit gefüllt. So wie diese verdampft, sinkt ihr Niveau, und die Geschwindigkeit dieses Sinkens bildet ein Mass für die Geschwindigkeit der Verdampfung. Die Beobachtung besteht also in der Bestimmung der Zeiten, in welchen die Flüssigkeit in der Röhre gewisse an der angebrachten Scala messbare Veränderungen des Niveaus erfährt.

Die erste der zu lösenden Fragen bezieht sich auf die Abhängigkeit der Verdampfungsgeschwindigkeit von den geometrischen Verhältnissen des Versuchs d. i. von der Tiefe des Niveaus der Flüssigkeit und von dem Durchmesser der Röhre.

Um das Gesetz zu finden, nach welchem die Verdampfungsgeschwindigkeit von der Tiefe des Niveau's abhängt, wurden die Zeiten beobachtet, welche zum Verdampfen ein und derselben Flüssigkeitsmenge aus verschiedenen Tiefen nothwendig waren. Die verdampfende Flüssigkeit war bei den folgenden Versuchen Äther.

I. Versuch.

Durchmesser der Röhre 2·64 Mm.
Barometerstand 746 Mm.
Temperatur 23°9.
Das Niveau sank von

9 Mm.	Tiefe	auf	11 Mm.	in	8′	30″
14 „	„	„	16 „	„	12′	25″
19 „	„	„	21 „	„	16′	20″
24 „	„	„	26 „	„	21′	5″
29 „	„	„	31 „	„	25′	5″

Unter der Tiefe des Niveau's ist der Abstand des tiefsten Punktes desselben von dem offenen Ende der Röhre verstanden.

Die mittleren Tiefen des Niveau's, aus denen in den angeführten Zeiten dieselbe Flüssigkeitsmenge von je 2 Mm. Höhe verdampfte, sind

10, 15, 20, 25, 30 Mm.

verhalten sich also zu einander, wie die Zahlen 2, 3, 4, 5, 6. Dividirt man durch diese der Reihe nach die beobachteten Zeiten, so erhält man

8′ 30″ : 2	= 4′ 15″
12′ 25″ : 3	= 4′ 8″
16′ 20″ : 4	= 4′ 5″
21′ 5″ : 5	= 4′ 13″
25′ 5″ : 6	= 4′ 11″

Bis auf Abweichungen, welche durch die Fehler der Beobachtung verursacht sein können, ist der berechnete Quotient eine constante Zahl und liefert diese Tabelle das einfache Gesetz, dass zur Verdampfung derselben Flüssigkeitsmenge aus der *n*fachen Tiefe die *n*fache Zeit erforderlich ist oder das Gesetz: Die Verdampfungsgeschwindigkeit ist der Tiefe des Niveaus der Flüssigkeit unter dem Rande der Röhre verkehrt proportional.

Dieses Gesetz liefert noch schärfer der folgende mit einer weiteren Röhre gemachte

II. Versuch.

Durchmesser der Röhre 6·16 Mm.
Barometerstand 747 Mm.
Temperatur 22°
Das Niveau der Flüssigkeit sank

von	9 Mm.	Tiefe	auf	11 Mm.	in	9′	50″
„	14 „	„	„	16 „	„	14′	55″
„	19 „	„	„	21 „	„	19′	45″
„	24 „	„	„	26 „	„	24′	40″
„	34 „	„	„	36 „	„	34′	15″
„	44 „	„	„	46 „	„	44′	15″

Die auf einander folgenden mittleren Tiefen des Niveau sind

10, 15, 20, 25, 35, 45 Mm.

und verhalten sich zu einander, wie die Zahlen 2, 3, 4, 5, 7, 9. Die beobachteten Zeiten geben durch diese Zahlen dividirt die Quotienten

4′ 55″
4′ 58″
4′ 56″
4′ 54″
4′ 55″

Solche Übereinstimmung in den Zahlen kann natürlich nur dann erzielt werden, wenn während der ganzen Dauer des Versuches die Temperatur unverändert bleibt. Ich wählte zu den Versuchen nur ganz trübe Tage.

Bei beiden Versuchen beginnt die Beobachtung bei der Niveautiefe von 9 Mm. Ich bemerke hier, dass für kleinere Tiefen dasselbe Gesetz zu constatiren nicht gelang. Die Verdunstung des Äthers ist bei kleinen Niveautiefen so rasch, dass die Temperatur seiner Oberfläche merklich niedriger ist, als bei langsamerer Verdampfung.

Es schlägt sich auch Dampf an den obern Theilchen der Röhre in Tröpfchen nieder, welche die Regelmässigkeit der Bedingungen stören. Die Verdampfung erscheint desshalb bei geringeren Tiefen des Niveau's langsamer als sie nach obigem Gesetze sein sollte. Ein Aufsteigen der Flüssigkeit nach der Röhrenwand in Folge gebildeter Tröpfchen kann aber auch unter Umständen eine schnellere Verdampfung zur Folge haben.

Um die Abhängigkeit der Verdampfungsgeschwindigkeit von dem Durchmesser der Verdampfungsröhre zu finden, wurden gleichzeitig zwei Röhren von verschiedenem Durchmesser mit Äther gefüllt und wieder die Zeiten beobachtet, in welchen die Flüssigkeit in den Röhren gleiche Änderungen in ihrem Niveaustande erfuhr.

III. Versuch.

Durchmesser der ersten Röhre 2·34 Mm.
Durchmesser der zweiten Röhre 0·94 Mm.
Das Niveau sank in der ersten Röhre

von	15 Mm.	Tiefe	auf	20 Mm.	in		36′	40″
„	10 „	„	„	25 „	„		47′	10″
„	25 „	„	„	30 „	„		58′	0″

Dieselben Veränderungen erlitt das Niveau in der zweiten Röhre in beziehlich

37′ 10″
46′ 30″
58′ 20″

Es unterscheiden sich diese Zeiten von den bei der ersten Röhre beobachteten nur um Grössen, welche durch die Fehler der Beobachtungen erklärt werden können.

Dasselbe Resultat liefert der folgende mit zwei sehr verschiedenen Röhren ausgeführte

IV. Versuch.

Durchmesser der ersten Röhre 6·16 Mm.
Durchmesser der zweiten Röhre 0·64 Mm.
Das Niveau sank in der ersten Röhre

von	10 Mm.	bis	15 Mm.	in		31′ 50″
„	15 „	„	20 „	„		44′ 15″
„	35 „	„	40 „	„	1ʰ	36′ 30″

und dieselben Veränderungen erlitt das Niveau in der zweiten Röhre in

31′ 45″
44′ 30″
1ʰ 37′ 0″

Aus diesen zwei Versuchen folgt also das Gesetz: Die Verdampfungsgeschwindigkeit ist unabhängig vom Querschnitt der Röhre.

Auch dieses Resultat erhält man nur, wenn die Temperatur während der Beobachtung unverändert bleibt. Bei steigender Temperatur des Beobachtungsraumes eilt die Verdampfung in engen Röhren der in weiten voran, hingegen geht bei sinkender Temperatur die Verdampfung in der weiteren Röhre schneller vor sich als in der engeren. Es erklärt sich dies aus der grös-

seren thermometrischen Trägheit der Flüssigkeitsmasse in der weiten Röhre.

Durch diese Versuche wird die Frage, ob die Gestalt der Flüssigkeitsoberfläche einen Einfluss auf die Verdampfung übe, nicht erledigt. Da die Versuche so angestellt sind, dass die Flüssigkeit aus verhältnissmässig grossen Tiefen verdampft, so tritt der gedachte Einfluss in ihnen nicht hervor. Auf diese Frage können nur Versuche über die Verdampfung aus geringeren Tiefen Antwort geben. Auch kommt bei diesen Versuchen der Einfluss der Reibung nicht zum Vorschein.

Nachdem durch die vorhergehenden Versuche die Abhängigkeit der Verdampfungsgeschwindigkeit von den geometrischen Bedingungen des Experimentes bestimmt ist, bleibt noch der Einfluss der physikalischen Verhältnisse zu untersuchen übrig, das ist der Einfluss der Temperatur der verdampfenden Flüssigkeit, der Temperatur, der Zusammensetzung und des Druckes der Luft.

Was die Abhängigkeit der Verdampfungsgeschwindigkeit von der Zusammensetzung der Luft, speciell von ihrem Feuchtigkeitsgehalte, ferner von ihrem Drucke anbetrifft, so ist eine directe Ermittlung derselben aus Versuchen in freier Luft nicht leicht. Die vorkommenden Variationen dieser Grössen und die damit zusammenhängenden Änderungen der Verdampfungsgeschwindigkeit sind so klein, dass nur aus zahlreichen, ausserordentlich genauen Versuchen die Art der Wechselbeziehung abgeleitet werden könnte.

Ebenso kann sich der Einfluss der Temperatur, insofern von ihr die Dichte der Luft und die Intensität ihrer Molecularbewegung abhängig ist, nur in sehr geringem Masse kund geben, wenn sich die Versuche nicht auf beträchtlich verschiedene Temperaturen beziehen. Das Gesetz desselben lässt sich aus den bisher von mir angestellten Versuchen nicht ableiten, diese lassen nur so viel erkennen, dass durch die Temperaturerhöhung der Luft allein die Geschwindigkeit der Verdampfung vergrössert wird.

Ebenfalls von geringer Bedeutung ist der Einfluss der mit steigender Temperatur verbundenen Dichtigkeitsänderung der Flüssigkeit und lässt sich die desshalb nöthige Correction an den Beobachtungsresultaten leicht vornehmen.

Hingegen ist der Einfluss der Temperatur der Flüssigkeit von sehr grosser Bedeutung insofern, als von der Temperatur die Spannkraft der aus der Flüssigkeit sich entwickelnden Dämpfe abhängig ist, welche Spannkraft bei flüchtigeren Flüssigkeiten sehr rasch mit der Temperatur sich verändert. Zunächst bildet die Aufsuchung des Zusammenhanges zwischen der Verdampfungsgeschwindigkeit und der Dampfspannung die Hauptaufgabe. Bevor diese nicht gelöst ist, kann an die Bestimmung der kleineren Einflüsse nicht gegangen werden.

Bisher hat man nach Dalton angenommen, dass die Geschwindigkeit, mit welcher eine Flüssigkeit in freier Luft verdampft, dem Maximum der Spannkraft, welches dem Dampfe der Flüssigkeit bei der Verdampfungstemperatur zukommt, proportional ist, oder wenn die Atmosphäre schon Dampf der betreffenden Flüssigkeit enthält, dem Unterschiede des erwähnten Maximums und des Druckes des in der Luft schon vorhandenen Dampfes. Man hat ausserdem noch angenommen, dass die Geschwindigkeit der Verdampfung mit dem Drucke der atmosphärischen Luft im verkehrten Verhältnisse steht. Auf diese beiden Annahmen gründet sich die Anwendung des Psychrometers zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft und kann die Brauchbarkeit dieses Instrumentes als ein Beweis für die Zulässigkeit der gedachten Annahmen betrachtet werden, jedoch nur für die bei psychrometrischen Beobachtungen vorkommenden Fälle.

Es ist jedoch klar, wenn der Zusammenhang zwischen der Verdampfungsgeschwindigkeit, dem Dampf- und dem Luftdrucke auch durch eine complicirtere Function bestimmt ist, sobald der Druck des Dampfes klein ist gegen den der Luft, diese Function in eine Reihe entwickelt, als erstes Glied das Dalton'sche Gesetz liefern wird.

Um zu entscheiden, ob dieses Gesetz nur das erste Glied einer Reihe oder das wahre Gesetz ist, muss man Versuche anstellen, bei welchen bedeutend grössere Dampfdrücke ins Spie

kommen. Solche Versuche hat auch Dalton schon ausgeführt, indem er Wasser bei höheren Temperaturen, selbst bei der Siedetemperatur verdampfen liess, und er hat durch diese Versuche auch das erwähnte einfache Gesetz zu erhärten gesucht. Die Ausführung dieser Versuche ist jedoch so wenig exact, und sind ihre Resultate so unzuverlässig, dass ihnen eine Beweiskraft nicht zugestanden werden kann.

Die Versuche, welche ich zur Lösung dieser Frage gemacht habe, sind allerdings nicht zahlreich und genau genug und müssen noch über ein grösseres Temperaturgebiet ausgedehnt werden, sie lassen aber keinen Zweifel übrig, dass das oben angeführte Dalton'sche Gesetz nicht das richtige ist.

Da bei solchen Versuchen die Bestimmung der Temperatur das wichtigste, so habe ich dieselben in etwas anderer Art, als die im vorhergehenden besprochenen, angestellt.

Eine Eprouvette wird mit Wasser gefüllt und durch einen mit drei Bohrungen versehenen Kork verschlossen. Durch die eine der Öffnungen wird ein Thermometer, durch die zweite das Glasrohr, welches als Verdampfungsgefäss dienen soll, eingeführt. Durch die dritte tritt das durch das Thermometer und die Verdampfungsröhre verdrängte Wasser aus. Die Eprouvette wird abgetrocknet, in einen Träger gespannt und der Apparat nicht mehr wie früher in einem Zimmer, sondern vor dem Fenster aufgestellt. Auf diese Weise erfährt man die Temperatur der verdampfenden Flüssigkeit genauer als durch ein neben dem Verdampfungsgefässe aufgestelltes Thermometer, und zugleich ist die Fortführung der Dämpfe vor dem Fenster besser ermöglicht, als in einem Zimmer.

V. Versuchsreihe.

Das Niveau des Äthers sank von 19 Mm. auf 21 Mm. Tiefe in

$t = 34'\ 10''$	bei $\theta = 11°3$,	$p_1 = 302$ Mm.,	$p = 743$ Mm.
$28'\ 20''$	$14°6$	348	746
$20'$	$20°4$	441	750
$10'\ 40''$	$28°7$	605	749

In dieser Tabelle bedeutet t die Zeit, θ die Temperatur der Flüssigkeit, p_1 das nach den Regnault'schen Tabellen

berechnete der Temperatur θ entsprechende Maximum der Spannkraft des Ätherdampfes, p den während jedes einzelnen Versuchs herrschenden Barometerstand.

Der Vergleich der unter t und p_1 angeführten Zahlen lehrt auf den ersten Blick, dass das Dalton'sche Gesetz nicht giltig ist. Während von der Temperatur 11° 3 bis zu der von 28° 7 der Druck p_1 auf das Doppelte steigt, sinkt die entsprechende Verdampfungszeit nicht auf die Hälfte, sondern noch unter ein Drittel des ersten Werthes. Es nimmt also die Verdampfungsgeschwindigkeit rascher zu, als es nach dem Dalton'schen Gesetze der Fall sein sollte.

Die vier obigen Beobachtungen können wohl nicht zur directen Ableitung der Beziehung zwischen der Verdampfungsgeschwindigkeit und dem Dampfdrucke benützt werden, sie können aber zur Prüfung eines durch theoretische Betrachtungen erschlossenen Gesetzes dienen. Dieses Gesetz lautet: Die Verdampfungsgeschwindigkeit ist proportional dem Logarithmus eines Bruches, dessen Zähler der Luftdruck, dessen Nenner der um die Spannkraft des Dampfes verminderte Luftdruck ist.

Nach den obigen Bezeichnungen ist also die Verdampfungsgeschwindigkeit dem Ausdrucke

$$\log \frac{p}{p-p_1}$$

proportional, oder dieser Ausdruck mit der Verdampfungszeit multiplicirt muss ein constantes Product liefern, während nach dem Dalton'schen Gesetze das Product aus $\frac{p_1}{p}$ und der Verdampfungszeit eine unveränderliche Zahl sein sollte.

Die folgende Tabelle enthält in der ersten Verticalreihe die Producte von log. $\frac{p}{p-p_1}$ und den Verdampfungszeiten t für die obigen vier Versuche, und zwar sind die natürlichen Logarithmen und die Zeiten t in Secunden genommen. Die zweite Verticalreihe enthält die Producte aus den Quotienten $\frac{p_1}{p}$ und den Zeiten t.

1069·4	833
1068·1	793
1064·1	706
1055·3	517

Der Vergleich der ersten Zahlenreihe mit der zweiten spricht entschieden für das der Berechnung der ersten zu Grunde gelegte Gesetz. Es ist noch zu bemerken, dass von vorneherein eine kleine Abnahme der berechneten Producte bei steigender Temperatur erwartet werden muss, sie dürfte bei genaueren Beobachtungen sich noch grösser herausstellen als die obige in der ersten Reihe es ist, nie aber kann sie den Werth erreichen, welcher in der zweiten Reihe auftritt.

Man kann noch die Daten, welche der erste und zweite Versuch geliefert haben, zur Prüfung des hier aufgestellten Gesetzes benützen. Nimmt man nur die Beobachtungen, welche sich auf die Senkung des Niveau's von 19 Mm. auf 21 Mm. Tiefe beziehen, so erhält man

$$t \log \frac{p}{p-p_1} = 1103\cdot 3 \text{ aus dem I.}$$
$$= 1167\cdot 1 \text{ aus dem II.}$$

Versuche und sind diese Producte merklich höher als die vorhin gefundenen.

Der wahrscheinlichste Grund dieser Abweichung ist wohl der, dass die Temperatur der verdampfenden Flüssigkeit zu hoch angenommen ist, wenn sie der Zimmertemperatur gleich gesetzt wird, und zwar um so mehr, je grösser der Querschnitt der Flüssigkeit ist. Dem entsprechend ist das aus dem zweiten Versuche, bei welchem die weiteste Röhre in Anwendung kam, berechnete Product auch das grösste.

VI. Versuche mit Schwefelkohlenstoff.

In derselben Weise, wie die vier zuletzt mitgetheilten mit Äther, wurden zwei Versuche mit Schwefelkohlenstoff gemacht. Das Niveau desselben sank von 19 auf 21 Mm. in

$t = 1^h\ 4'\ 20''$ bei $\theta = 14°1$ und $p = 743$ Mm.
$=\ 54'\ 15''$ $= 17°6$ $= 741$

Die Maxima der Spannkräfte des Schwefelkohlenstoffdampfes für diese zwei Temperaturen sind

240, 274

und erhält man das Product

$$t \log \frac{p}{p-p_1} = 1503$$

zufälliger Weise für beide Versuche gleich entgegen dem richtigen, nachdem das Product für den zweiten Versuch einen kleineren Werth haben sollte.

Ein anderer Versuch, bei dem das Verdampfungsrohr und das Thermometer nicht in eine mit Wasser gefüllte Eprouvette eingetaucht waren, sondern nur die Zimmertemperatur als Temperatur der verdampfenden Flüssigkeit angenommen wurde, ergab für das Sinken des Niveau's von 19 auf 21 Mm. Tiefe die Zeit

$$t = 44' \; 40'' \text{ bei } \vartheta = 21°8 \text{ und } p = 744 \text{ Mm.}$$

Das dieser Temperatur entsprechende Maximum der Dampfspannung ist 324 Mm. und es folgt

$$t \log \frac{p}{p-p_1} = 1532$$

also ebenfalls grösser als bei den zwei vorhergehenden Versuchen, doch ist die Abweichung keine so bedeutende als bei den Versuchen mit Äther.

B. Theoretische Discussion.

Die allgemeinen Grundlagen für die theoretische Discussion der im Vorhergehenden mitgetheilten Versuche sind schon in meiner Abhandlung: „über das Gleichgewicht und die Bewegung, insbesondere die Diffusion von Gasgemengen[1]" enthalten. Die Verdampfung einer Flüssigkeit, das

[1] Sitzungsberichte, Band LXIII. 2. Abtheilung.

Sieden ausgeschlossen, ist wesentlich ein Process der Diffusion des Dampfes durch das Gas, in welchem die Verdampfung stattfindet. Die allgemeinen Gleichungen, welche für die Bewegung eines Gases durch ein anderes abgeleitet wurden, müssen auch in dem jetzigen Falle gelten, nur tritt für die Oberfläche der Flüssigkeit zu denselben eine Grenzbedingung hinzu, deren Beschaffenheit nur auf experimentellem Wege ermittelt werden kann.

Da sich die Ableitung der Bewegungsgleichungen kurz fassen lässt, so will ich dieselben hier wiederholen, jedoch mit Beschränkung auf den speciellen Fall, um den es sich hier handelt.

Das Gasgemenge bewege sich in einer geraden Röhre und wir setzen voraus, dass Geschwindigkeit und Dichte jedes einzelnen Gases wohl längs der Röhre von Querschnitt zu Querschnitt sich ändern, in einem und demselben Querschnitte aber überall denselben Werth haben.

Durch zwei unendlich nahe liegende Querschnitte, die durch MN und $M'N'$ angedeutet seien und deren Abstand $MM' = dx$ gesetzt werden mag, ist ein Element der Röhre bestimmt. Nach den Grundsätzen der Hydrodynamik sind nun alle Theilchen eines Gases in diesem Elemente als ein Körper aufzufassen und die auf diesen wirkenden Kräfte gleich dem Producte aus seiner Masse und der Beschleunigung, die sie ihm ertheilen, gleich. Die Kräfte können erstens äussere sein, wie z. B. die Schwere, von solchen sehen wir ab. Zweitens entspringt eine bewegende Kraft aus dem Druckgefälle. Ist nun der Gesammtdruck des Gasgemenges auf den Querschnitt MN qp, unter p den Druck auf die Flächeneinheit, unter q die Grösse des Querschnittes verstanden, so entsteht jetzt die Frage, der wie vielte Theil dieses Gesammtdruckes als bewegende Kraft auf die Theilchen eines einzelnen Gases im Gemenge entfalle.

Auf diese Frage gibt das Princip der gleichen Action die Antwort, dass der gesuchte Theil des Gesammtdruckes, den die Theilchen eines einzelnen Gases in der Fläche MN erfahren, gleich ist dem Drucke, welchen sie selbst gegen diese Fläche ausüben, also dem Partialdrucke des betrachteten Gases auf den Querschnitt MN, wir bezeichnen ihn mit qp_1. Der entsprechende Druck auf den Querschnitt $M'N'$ ist dann $q\,(p_1 + dp_1)$ und dem

ersteren entgegengesetzt gerichtet, es bleibt demnach aus der Druckdifferenz die bewegende Kraft

$$-qdp_1$$

welche gerade so gross ist, als wäre das betrachtete Gas allein in der Röhre vorhanden.

Drittens ist noch der Einfluss des zweiten Gases auf die Bewegung des ersten in Rechnung zu ziehen. Zu diesem Behufe stellte ich folgenden Satz auf: In einem Gasgemenge erfährt jedes einzelne Theilchen eines Gases, wenn es sich bewegt, von dem zweiten Gase einen Widerstand proportional der Dichte dieses zweiten Gases und der relativen Geschwindigkeit beider.

Bezeichnet man mit ρ_1 und u_1 die Dichte und die Geschwindigkeit des ersten, mit ρ_2 und u_2 dieselben Grössen des zweiten Gases, so ist der Widerstand, den jedes einzelne Theilchen des ersten Gases im Röhrenelemente $MNM'N'$ vom zweiten Gase erfährt, der Grösse $\rho_2(u_1-u_2)$ proportional. Auf alle in diesem Elemente enthaltenen Theilchen, deren Zahl durch die Grösse $\rho_1 qdx$ gemessen werden kann, entfällt also ein Widerstand, der durch

$$A_{12}\rho_1\rho_2(u_1-u_2)\,qdx$$

ausgedrückt werden kann, worin A_{12} eine von der chemischen Natur und der Temperatur der beiden Gase abhängige Grösse, für unseren Fall also eine Constante bedeutet.

Der so eben bestimmte Widerstand ist als bewegende Kraft negativ zu rechnen, es ist also die Summe der auf die Theilchen des ersten Gases, welche im Volumen qdx enthalten sind, wirkenden bewegenden Kräfte

$$-qdp_1-A_{12}\rho_1\rho_2(u_1-u_2)\,qdx$$

Dieser Ausdruck ist dem Producte aus Masse $\rho_1 qdx$ und ihrer Beschleunigung, welche ξ_1 heissen soll, gleich zu setzen. Man hat also

$$\rho_1\xi_1=-\frac{dp_1}{dx}-A_{12}\rho_1\rho_2(u_1-u_2) \qquad (1)$$

Zu dieser Gleichung kommt nun noch die Continuitätsgleichung, welche den Zuwachs der Masse in einem Elemente aus-

drückt durch die Differenz der einströmenden und ausströmenden Menge. Sie ist

$$\frac{d\rho_1}{dt}+\frac{d(\rho_1 u_1)}{dx}=0$$

Wie diese Gleichungen für das eine, erhält man auch zwei Gleichungen für das zweite Gas,

$$\rho_2\xi_2=-\frac{dp_2}{dx}-A_{12}\rho_1\rho_2\,(u_2-u_1)$$

$$\frac{d\rho_2}{dt}+\frac{d(\rho_2 u_2)}{dx}=0$$

und ist die Bedeutung der darin benützten Bezeichnungen leicht zu erkennen. Es ist nur hervorzuheben, dass der Factor A_{12} in der Gleichung für das zweite Gas derselbe ist wie in der Gleichung für das erste, da die Bewegungsgrösse, welche die Theilchen des ersten Gases in Folge des vom zweiten ausgeübten Widerstandes verlieren, die Theilchen des zweiten gewinnen.

Wir denken uns nun, eine Flüssigkeit verdampfe aus einer Röhre und ihr Niveau in der Röhre werde immerfort in derselben Höhe erhalten. Es ist dann ein Beharrungszustand in der Bewegung möglich und bei diesem ist $\xi_1=0$, aber zugleich auch $u_2=0$ und es bleibt für diesen Fall die Gleichung

$$\frac{dp_1}{dx}+A_{12}\rho_1\rho_2 u_1=0 \tag{2}$$

$\rho_1 u_1$ bedeutet die durch die Einheit des Querschnittes in der Einheit der Zeit gehende Dampfmasse. Diese ist im Beharrungszustande für alle Querschnitte eine und dieselbe. Diese Dampfmasse auf die normale Dichte d_1 (auf 0° Temperatur und 760 Mm. Barometerstand bezogen) des Dampfes reducirt, wird ein Volumen v_1 einnehmen, dessen Grösse bestimmt ist durch die Gleichung

$$\rho_1 u_1=d_1 v_1$$

Die Dichte ρ_2 des zweiten ersetzen wir nach dem Gesetze von Mariotte und Gay-Lussac durch

$$\rho_2=\frac{p_2}{p_0}\frac{T_0}{T}\,d_2$$

worin p_2 den Partialdruck des zweiten Gases auf den Querschnitt MN, d_2 die normale Dichte, T die absolute Temperatur dieses Gases, T_0 die des schmelzenden Eises bedeutet. Nach Einführung dieser Grössen in die Gleichung (2) verwandelt sie sich in

$$\frac{dp_1}{dx} + \frac{A_{12}d_1d_2T_0}{p_0T} p_2v_1 = 0 \tag{3}$$

Der Factor bei p_2v_1 werde durch $\frac{1}{k}$ ersetzt, also

$$k = \frac{p_0T}{A_{12}d_1d_2T_0} \tag{4}$$

genommen, und soll k der Diffusionscoëfficient des Dampfes und des Gases, durch welches sich der Dampf bewegt, genannt werden.

Die Gleichung (3) erhält nunmehr die Form

$$\frac{dp_1}{dx} + \frac{p_2v_1}{k} = 0$$

Die Summe der beiden Partialdrucke p_1 und p_2 ist in der Röhre überall dieselbe und zwar in unserem Falle gleich dem Drucke der äusseren Luft. Ist dieser p, so kann man in vorstehender Gleichung

$$p_2 = p - p_1$$

setzen und schreiben

$$\frac{1}{p-p_1}\frac{dp_1}{dx} + \frac{v_1}{k} = 0$$

oder

$$v_1 = k\frac{d\log(p-p_1)}{dx} \tag{5}$$

Da v_1 und k unabhängig sind von x, so ist es auch das Gefälle des $\log(p-p_1)$. Hat an der Oberfläche der Flüssigkeit der Partialdruck des Dampfes den speciellen Werth p_1', am offenen Ende der Röhre den Werth p_1'' und ist h die Entfernung dieses Endes vom Niveau der Flüssigkeit, so ist

$$\frac{d\log(p-p_1)}{dx} = \frac{\log(p-p_1'') - \log(p-p_1')}{h}$$

und die Gleichung (5) verwandelt sich in

$$v_1 = \frac{k}{h} \log \frac{p - p_1''}{p - p_1'} \qquad (6)$$

v_1 ist die in der Einheit der Zeit durch die Einheit des Querschnittes gehende volummetrisch bestimmte Dampfmenge, bildet also ein Mass der Verdampfungsgeschwindigkeit und gibt uns voranstehende Formel zunächst die Gesetze, dass die Verdampfungsgeschwindigkeit der Tiefe des Niveau's der Flüssigkeit verkehrt proportional und unabhängig vom Querschnitte der Röhre ist.

Die Formel lehrt ferner, dass die Verdampfungsgeschwindigkeit proportional ist dem Logarithmus eines Bruches, dessen Zähler der um den Dampfdruck am offenen Ende und dessen Nenner der um den Dampfdruck an der Oberfläche der Flüssigkeit verminderte Luftdruck ist. Es stimmt diese Formel mit den Resultaten der Versuche überein, wenn der Dampfdruck am offenen Ende = 0 und der an der Oberfläche der Flüssigkeit gleich gesetzt wird dem Maximum der Spannkraft, das dem Dampfe bei der Beobachtungstemperatur zukommt.

Die Grenzbedingung für die Oberfläche der Flüssigkeit ist also die, dass der Partialdruck des Dampfes in ihr gleich dem Maximum des der Beobachtungstemperatur entsprechenden Dampfdruckes gesetzt werden muss.

Unmittelbar an der Oberfläche der Flüssigkeit ist der Raum als mit Dampf gesättigt zu betrachten und die Flüssigkeit ist im Stande, jederzeit so viel Dampf zu entwickeln, als davon fort diffundirt. Dies ist innerhalb der Grenzen der bisher angestellten Versuche richtig, es braucht jedoch nicht für alle Fälle richtig zu sein. Es ist möglich, dass bei Versuchen in luftverdünntem Raume, in welchem die Diffusion des Dampfes viel rascher wird, der Druck des Dampfes an der Oberfläche der Flüssigkeit fortwährend kleiner bleibt, als das der Oberflächentemperatur entsprechende Maximum der Spannkraft ist. Die Bedingung für die Oberfläche wäre dann, die fortgeführte Dampfmenge muss gleich sein der aus der Flüssigkeit entwickelten. Die Abhängigkeit der letzteren von dem Maximum d[illegible] kraft und dem actuellen Drucke des Dampfes an d[illegible]

kann vielleicht durch das einfache Gesetz der Proportionalität mit der Differenz dieser zwei Drucke genügend dargestellt werden, und würde der Proportionalfactor eine neue Constante der Flüssigkeit enthalten, man könnte sie Verdampfungscoëfficient nennen. Von dieser Annahme bildet die obige, dass der Dampfdruck an der Oberfläche der Flüssigkeit gleich ist dem Maximum einen speciellen Fall, in welchem der Verdampfungscoëfficient sehr gross gegen v_1 gesetzt ist.

Die Gleichung (6) soll nun noch in directere Beziehung zu den Versuchen gebracht werden. Wird $p_1'' = 0$ gesetzt und für p_1' einfach p_1 geschrieben, so ist

$$v_1 = \frac{k}{h} \log \frac{p}{p-p_1}$$

Der in der Zeit dt entwickelten Dampfmenge $v_1 dt$ entspricht eine Senkung des Niveau's der Flüssigkeit, welche mit dh bezeichnet werden soll, und es ist

$$d_1 v_1 dt = s_1 dh$$

wenn mit d_1, wie oben, die normale Dichte des Dampfes, mit s_1 die Dichte der Flüssigkeit bezeichnet wird.

Man hat daher

$$s_1 dh = \frac{kd_1}{h} \log \frac{p}{p-p_1} dt$$

oder

$$hdh = \frac{kd_1}{s_1} \log \frac{p}{p-p_1} dt$$

Ist h_0 die Tiefe des Niveaus der Flüssigkeit zur Zeit $t = t_0$ und h_1 die Tiefe desselben zur Zeit $t = t_1$, so folgt aus dem Integrale dieser Gleichung

$$\frac{1}{2}(h_1 + h_0)(h_1 - h_0) = \frac{kd_1}{s_1} \log \frac{p}{p-p_1} (t_1 - t_0) \tag{7}$$

und diese lehrt, dass die Zeit $t_1 - t_0$, welche zum Verdampfen einer Flüssigkeitsmenge $h_1 - h_0$ nothwendig ist, immer der mittleren Tiefe des Niveau's während der Verdampfung nämlich $\frac{1}{2}(h_1 + h_0)$ proportional ist.

Diese Gleichung kann nun zur Berechnung des Diffusionscoëfficienten aus den Versuchsdaten benützt werden.

Nehmen wir das Centimeter als Längeneinheit, so ist für die Versuche V.

$$\frac{1}{2}(h_1+h_0)=2,\ h_1-h_0=0{\cdot}2$$

und der Mittelwerth des Productes

$$\log\frac{p}{p-p_1}(t_1-t_0)=1064\cdot 2$$

der dem Mittelwerthe der Temperaturen, 19°, entsprechend angenommen werden kann.

Ferner ist die Dichte des Ätherdampfes auf Luft als Einheit bezogen,

$$d_1=2\cdot 565$$

die Dichte des flüssigen Äthers auf Wasser als Einheit bezogen $= 0{\cdot}73$ und da Wasser 773mal dichter als Luft, so ist

$$s_1=773\times 0\cdot 73$$

und der Quotient

$$\frac{s_1}{d_1}=220$$

Aus diesen Daten folgt

$$k=0\cdot 0827$$

als Diffusionscoëfficient von Äther und Luft für die Temperatur von 19°.

Für die mit Schwefelkohlenstoff angestellten Versuche VI. haben $\frac{1}{2}(h_1+h_0)$ und h_1-h_0 dieselben Werthe, dann ist

$$\log\frac{p}{p-p_1}(t_1-t_0)=1503$$

$$d_1=2\cdot 626,\ s_1=773\times 1\cdot 272$$

$$\frac{s_1}{d_1}=374$$

und daraus ergibt sich

$$k=0\cdot 0995$$

als Diffusionscoëfficient von Schwefelkohlenstoff und Luft für die Temperatur von ungefähr 16°.

Es ist im Vorhergehenden die Luft wie ein einfaches Gas behandelt worden, sie ist aber, wenn man nur auf ihre Hauptbestandtheile, Stickstoff und Sauerstoff, Rücksicht nimmt, ein Gemenge von zwei Gasen und es hätten zur Discussion der Verdampfungsversuche die Gleichungen für die Bewegung eines aus drei Bestandtheilen bestehenden Gases verwendet werden sollen.

Bewegt sich ein Gas durch ein Gemenge von zwei andern, so erhält man für diese Bewegung, wie leicht zu übersehen ist, statt der oben abgeleiteten Gleichung (1) die folgende:

$$\rho_1\xi_1 = -\frac{dp_1}{dx} - A_{12}\rho_1\rho_2(u_1-u_2) - A_{13}\rho_1\rho_3(u_1-u_3)$$

worin ρ_3 und u_3 die Dichte und die Geschwindigkeit des dritten Gases bedeuten und A_{13} dasselbe für die Combination des ersten und dritten Gases darstellt, was A_{12} für die Combination des ersten und zweiten.

In ähnlicher Weise gelten für die beiden andern Gase die zwei Gleichungen

$$\rho_2\xi_2 = -\frac{dp_2}{dx} - A_{12}\rho_1\rho_2(u_2-u_1) - A_{23}\rho_2\rho_3(u_2-u_3)$$

$$\rho_3\xi_3 = -\frac{dp_3}{dx} - A_{13}\rho_1\rho_3(u_3-u_1) - A_{23}\rho_2\rho_3(u_3-u_2)$$

Die Bedeutung der neu hinzugekommenen Bezeichnungen ξ_3 und A_{23} ist unmittelbar klar.

Für den Fall der behandelten Versuche sind nun

$$\xi_1 = \xi_2 = \xi_3 = 0$$
$$u_2 = u_3 = 0$$

und es bleiben die Gleichungen

$$\frac{dp_1}{dx} + A_{12}\rho_1\rho_2 u_1 + A_{13}\rho_1\rho_3 u_1 = 0$$

$$\frac{dp_2}{dx} - A_{12}\rho_1\rho_2 u_1 = 0$$

$$\frac{dp_3}{dx} - A_{13}\rho_1\rho_3 u_1 = 0$$

Darin ist $\rho_1 u_1$ constant. Ersetzt man es wieder durch $d_1 v_1$, **rt statt** ρ_2 und ρ_3 die Drucke p_2 und p_3 und analog der **eichung** (4) die Bezeichnungen

$$k_{12} = \frac{p_0 T}{A_{12} d_1 d_2 T_0}, \quad k_{13} = \frac{p_0 T}{A_{13} d_1 d_3 T_0}$$

, so erhält man die Gleichungen

$$\begin{aligned} &\frac{dp_1}{dx} + \left(\frac{p_2}{k_{12}} + \frac{p_3}{k_{13}}\right) v_1 = 0 \\ &\frac{dp_2}{dx} - \frac{p_2 v_1}{k_{12}} = 0 \qquad (6) \\ &\frac{dp_3}{dx} - \frac{p_3 v_1}{k_{13}} = 0 \end{aligned}$$

Die Grössen k_{12} und k_{13} sind die Diffusionscoëfficienten, elche der Combination des ersten und zweiten, des ersten und ritten Gases entsprechen.

Aus den beiden letzten Gleichungen erhält man

$$p_2 = p_2'' e^{-\frac{v_1}{k_{12}}(h-x)}, \quad p_3 = p_3'' e^{-\frac{v_1}{k_{13}}(h-x)}$$

nd bedeuten p_2'' und p_3'' die Werthe der Partialdrucke p_2 und $_3$ für $x = h$. Durch diese Abscisse soll wieder der Rand der erdampfungsröhre bestimmt sein und der Anfangspunkt der bscissen in der Oberfläche der Flüssigkeit liegen. Ist der Druck $_1$ am offenen Ende der Röhre $= 0$ und p der Luftdruck, so ist

$$p_2'' + p_3'' = p$$

Sind α_2 und α_3 die Verhältnisszahlen, nach denen Stickstoff nd Sauerstoff in der Luft gemengt sind, so kann man auch

$$p_2'' = \alpha_2 p, \quad p_3'' = \alpha_3 p$$

setzen und

$$p_2 = \alpha_2 p e^{-\frac{v_1}{k_{12}}(h-x)}, \quad p_3 = \alpha_3 p e^{-\frac{v_1}{k_{13}}(h-x)} \tag{6}$$

Bildet man den Quotienten

$$\frac{p_2}{p_3} = \frac{\alpha_2}{\alpha_3} e^{-v_1(h-x)\left(\frac{1}{k_{12}} - \frac{1}{k_{13}}\right)}$$

so sieht man, dass er nur dann unabhängig von k ist, wenn $k_{12} = k_{13}$. Die Luft hat also innerhalb der Verdampfungsröhre eine andere Zusammensetzung als ausserhalb.

Aus den von Graham über die Bewegung von Gasen durch Capillarröhren ausgeführten Versuchen kann man das Verhalten des Stickstoffs und des Sauerstoffs bei der Diffusion berechnen und es ergibt sich für diese zwei Gase eine sehr geringe Differenz in dem Sinne, dass der Diffusionscoëfficient k_{12} für Dampf-Stickstoff wenig grösser ist, als k_{13} für Dampf-Sauerstoff. Es ist also

$$\frac{1}{k_{12}} < \frac{1}{k_{13}}$$

somit obige Exponentielle grösser als 1 und

$$\frac{p_2}{p_3} > \frac{\alpha_2}{\alpha_3}$$

d. h. die Luft in der Verdampfungsröhre ist stickstoffreicher, als die äussere.

Hingegen ergibt sich aus den von Loschmidt über die Diffusion von Gasen gemachten Versuchen das entgegengesetzte Resultat, da diese den Diffusionscoëfficienten für Sauerstoff merklich grösser liefern, als den für Stickstoff.

In jedem Falle ist der Unterschied zwischen k_{12} und k_{13} gering und wird deshalb durch Versuche über die Verdampfung in Luft eine experimentelle Prüfung des Gegenstandes nicht möglich sein. Wohl aber ist zu erwarten, dass Versuche über die Verdampfung in einem andern Gemenge als Luft, z. B. in Knallgas, dessen Bestandtheile sehr verschieden bei der Diffusion sich verhalten, eine Prüfung des aus der obigen Gleichung gezogenen Schlusses gestatten werden.

Führt man die durch die Formeln (7) bestimmten Werthe von **und** p_3 **in die erste der Gleichungen (6),** so lässt sich auch **se integriren und gibt**

$$p_1 + \alpha_2 p e^{-\frac{v_1}{k_{12}}(h-x)} + \alpha_3 p e^{-\frac{v_1}{k_{13}}(h-x)} + C = 0$$

Ist für $x = h$, $p_1 = 0$, so folgt

$$C = -(\alpha_2 + \alpha_3)\, p = -p$$

d es wird

$$\frac{p-p_1}{p} = \alpha_2 e^{-\frac{v_1}{k_{12}}(h-x)} + \alpha_3 e^{-\frac{v_1}{k_{13}}(h-x)}$$

d wenn man p_1 das an der Oberfläche der Flüssigkeit her**hende Maximum** der Dampfspannung bedeuten lässt

$$\frac{p-p_1}{p} = \alpha_2 e^{-\frac{v_1 h}{k_{12}}} + \alpha_3 e^{-\frac{v_1 h}{k_{13}}}$$

Setzt man

$$\frac{\alpha_2}{k_{12}} = \frac{\alpha_2}{k} + \delta$$

$$\frac{\alpha_3}{k_{13}} = \frac{\alpha_3}{k} - \delta$$

wird

$$\frac{1}{k} = \frac{\alpha_2}{k_{12}} + \frac{\alpha_3}{k_{13}} \tag{8}$$

d wenn die beiden Coëfficienten k_{12} und k_{13} wenig von einan**er verschieden** sind, wird δ eine kleine Zahl sein. Führt man **iese Werthe** in die vorige Gleichung, so wird

$$\frac{p-p_1}{p} = e^{-\frac{v_1 h}{k}}\left(\alpha_2 e^{-\frac{v_1 h \delta}{\alpha_2}} + \alpha_3 e^{+\frac{v_1 h \delta}{\alpha_3}}\right)$$

nd die Summe der Exponentiellen innerhalb der Klammer redu**irt sich bei** Vernachlässigung der Glieder, welche die zweite **und höhere** Potenzen von δ enthalten, auf 1.

Aus der Formel

$$\frac{p-p_1}{p} = e^{-\frac{v_1 h}{k}}$$

ergibt sich dann

$$v_1 = \frac{k}{h} \log \frac{p}{p-p_1} \tag{9}$$

Es kann also k als der Diffusionscoëfficient für Dampfluft betrachtet werden, und ist durch k_{12} und k_{13} nach der Formel (8) bestimmt.

Die Formel (9) ergibt sich auch aus der ersten der Gleichungen (6), wenn man von der veränderten Zusammensetzung der Luft absieht, und demgemäss

$$p_2 = \alpha_2 (p-p_1)$$
$$p_3 = \alpha_3 (p-p_1)$$

setzt.

C. Versuche über die Verdampfung in geschlossenen Röhren.

Taucht man eine Glasröhre, welche an einem Ende geschlossen, an dem andern offen ist, mit dem offenen Ende in Äther, so wird im ersten Momente die Luft in der Röhre durch die eintretende Flüssigkeit comprimirt, diese Flüssigkeit wird jedoch bald aus der Röhre verdrängt, und es entwickeln sich anfangs in rascher, später in langsamerer Aufeinanderfolge Blasen aus der Röhre.

Der aus dem Äther sich bildende und in die Röhre aufsteigende Dampf vermehrt den Druck innerhalb der Röhre, und zur Herstellung des Gleichgewichtes mit dem äusseren Luftdrucke wird eine Ausdehnung der in der Röhre enthaltenen Luft nothwendig und hat das angegebene Phänomen zur Folge.

Man kann diesen Versuch noch in einer andern Form, in welcher er sich namentlich zur Demonstration in der Schule gut eignet, ausführen. Nimmt man eine U-förmig gebogene Röhre, von deren Schenkeln der eine geschlossen, der andere offen ist, und giesst durch den offenen Schenkel in die Röhre Äther, so kann man durch diesen die Luft im geschlossenen Schenkel abschliessen. Es erfolgt jedoch allsogleich eine Ausdehnung derselben, es steigt eine Blase in den offenen Schenkel auf und

gen ihr andere Blasen anfangs rascher, später immer langner.

VII. Versuch.

Die Zeiten, zu welchen die Röhre eingetaucht wurde, dann : fünfte, zehnte, fünfzehnte u. s. w. Blase sich entwickelt hatte, d die Differenzen dieser Zeiten waren folgende:

10^h	$50'$	0^s		
	50	26		26^s
	51	42	$1'$	16
	53	48	2	6
	56	45	2	57
11^h	0	31	3	46
	5	12	4	41
	10	38	5	26
	16	58	6	20

Bildet man aus den Zeitdifferenzen die folgenden Quotienten:

	26^s	: 1	=	26
$1'$	16	: 3	=	25·3
2	6	: 5	=	25·2
2	57	: 7	=	25·4
3	46	: 9	=	25·1
4	41	: 11	=	25·5
5	26	: 13	=	25·1
6	20	: 15	=	25·3

o ergibt sich aus den übereinstimmenden Werthen derselben olgendes einfache Gesetz:

Die Zeiten, in welchen sich aufeinanderfolgend gleiche Anzahlen von Blasen entwickeln, verhalten sich, wie die aufeinanderfolgenden ungeraden Zahlen.

Versuche mit gebogenen Röhren liefern ebenfalls dieses Gesetz, jedoch treten bei diesen im Anfange Abweichungen auf, welche auf die beim Eingiessen der Flüssigkeit entstehenden Störungen zurückzuführen sind. Die bedeutendste Störung bildet die Temperaturerniedrigung, welche die Flüssigkeit erfährt, und

werden in Folge dessen die Zeiten, welche zur Entwicklung der ersten Blasen nothwendig sind, grösser, als sie nach dem obigen Gesetze sein sollten. Dasselbe tritt meistens auch bei geraden Röhren ein, namentlich wenn der Versuch bei einer höheren Temperatur angestellt wird, bei welcher die Verdampfung eine sehr rasche ist.

Derartige Versuche lassen sich zu absoluten Bestimmungen nicht verwenden, da die Bestimmung der Grössen der Blasen und der Mischungsverhältnisse von Dampf und Luft in denselben nicht möglich ist. Man kann aber durch solche Versuche wohl auf die allereinfachste Weise darthun, dass die Natur des Gases, in welchem die Verdampfung stattfindet, auf die Verdampfungsgeschwindigkeit von wesentlichem Einfluss ist. Ein Beispiel dafür liefert der folgende:

VIII. Versuch.

Durch dieselbe Röhre, welche bei dem vorhergehenden Versuche gedient hatte, wurde durch längere Zeit ein Strom von Wasserstoffgas geschickt, dann der Hahn geschlossen und die Röhre rasch in Äther eingetaucht. Die Zeiten, zu welchen das Eintauchen geschah, dann die fünfte, zehnte, fünfzehnte Blase u. s. w. sich entwickelt hatte, und die Differenzen dieser Zeiten waren folgende:

10h	24′	0″	
	24	8	8″
	24	27	19
	24	59	32
	25	43	44
	26	40	57
	27	50	70

Bildet man wieder, wie früher, die Quotienten

$$8 : 1 = 8$$
$$19 : 3 = 6 \cdot 33$$
$$32 : 5 = 6 \cdot 40$$
$$44 : 7 = 6 \cdot 29$$
$$57 : 9 = 6 \cdot 33$$
$$70 : 11 = 6 \cdot 35$$

so stimmen dieselben, bis auf den ersten, unter einander sehr gut und kann die Abweichung des ersten als Folge einer anfänglichen Störung aufgefasst werden. Es sind aber jetzt die Quotienten fast genau viermal kleiner, als beim vorhergehenden Versuch. Dieselbe Anzahl Blasen entwickelt sich in Wasserstoff in einer viermal kürzeren Zeit und man kann daraus folgenden Schluss ziehen:

Die Verdampfung geht in Wasserstoffgas viermal rascher vor sich, als unter gleichen Umständen in Luft.

Sollen derartige Versuche vergleichbare Resultate liefern, so müssen sie natürlich unter gleichartigen Bedingungen ausgeführt werden. Das Verdampfungsrohr wurde deshalb in einer Metallscheibe befestigt, welche dann zugleich als Deckel für das Gefäss, in welchem der Äther sich befand, diente. Wird die Höhe der Flüssigkeit in diesem Gefässe in zwei Fällen gleich gemacht, so taucht auch die Röhre in beiden Fällen gleich tief ein und erhält auch, wenn die Scheibe immer in derselben Weise auf das Gefäss gesetzt wird, dieselbe Neigung. Von der grössten Bedeutung ist jedoch der Einfluss der Temperatur, da mit steigender Temperatur die Blasenentwicklung sehr beschleunigt wird. Es sind deshalb auch die Versuche VIII. und VII. unmittelbar hinter einander gemacht worden.

Es ist mir nicht bekannt, dass schon ein Versuch gemacht worden, durch den der Einfluss des Gases auf die Geschwindigkeit der Verdampfung constatirt worden wäre. Ich habe nur in Marbach's physikalischem Lexicon, Artikel Verdunstung und Verdampfung, eine diesbezügliche Bemerkung gefunden. Es heisst dort:

„Die Natur der Luftarten äussert übrigens keinen Einfluss auf die Verdunstung der Flüssigkeiten, sobald nur die Umstände, also der Druck, die Temperatur u. s. w. gleich sind. Mag die Verdunstung in einer Atmosphäre von Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlensäure oder an der Luft selbst vor sich gehen, die Menge der entweichenden Dämpfe bleibt sich bei den einzelnen Flüssigkeiten, sobald sich die Bedingungen, unter denen die Verdunstung stattfindet, nicht ändern, gleich. Das ist schon

in früherer Zeit durch Volta, Saussure, Dalton, de Luc und Clément und Desormes nachgewiesen."

Nach diesem stünde also das von mir gefundene Resultat im Widerspruche mit vielen älteren Versuchen. Es ist jedoch dies nicht der Fall. Durch alle diese Versuche ist nur nachgewiesen worden, dass das Maximum der Spannkraft eines Dampfes nur von der Temperatur abhängig ist, nicht aber von der Natur des Gases, welches noch neben dem Dampfe in demselben Raume sich befindet, und ist dieser Thatsache ein unrichtiger Ausdruck gegeben worden.

Obwohl mein Versuch keinen Zweifel über den Einfluss der Natur des Gases auf die Verdampfungsgeschwindigkeit übrig lässt, schien es mir doch noch wünschenswerth, das gefundene Resultat noch durch einen Versuch der Art, wie es die in der ersten Abtheilung beschriebenen sind, sicher zu stellen.

Die Aufgabe, eine Flüssigkeit aus einer offenen Röhre, unter derselben Bedingung wie in freier Luft, aber in einem beliebigen Gase verdampfen zu lassen, löste ich auf folgende einfache Weise. Das Glasröhrchen, welches die zu verdampfende Flüssigkeit enthält, wird in den vertical gestellten Schenkel einer T-förmigen Glasröhre gebracht und dann dieser Schenkel unten durch einen Kork verschlossen. Durch das horizontale Querstück der Röhre wird ein continuirlicher Strom jenes Gases geleitet, in welchem die Verdampfung stattfinden soll. Es ist klar, dass auf diese Weise die Luft aus dem Apparate verdrängt werden kann, so dass dann die Verdampfung in einer Atmosphäre des eingeführten Gases stattfindet. Zugleich wird der aus der Röhre austretende Dampf vom Gasstrome mitgenommen und kann die Spannung desselben am offenen Ende der Verdampfungsröhre $= 0$ gesetzt werden.

In dieser Weise wurde der folgende

IX. Versuch

ausgeführt. Wasserstoff wurde aus dem Entwicklungsapparat durch ein mit Chlorcalcium gefülltes Rohr und dann durch die T-förmige Röhre geleitet. In diese war eine Röhre mit Äther eingeführt. Der verticale Schenkel der T-Röhre war in ein mit Wasser

gefülltes Gefäss eingetaucht, und neben demselben ein Thermometer. Dies zeigte 19° 2, der Barometerstand war 744 Mm.

Das Niveau sank von

29 Mm. auf	31 Mm. in	8′	45″
34	36	10	10
39	41	11	30

Die mittleren Tiefen, aus denen dieselben Mengen Äther in den angegebenen Zeiten verdampften, verhalten sich zu einander wie 6 : 7 : 8. Bildet man die Quotienten

$$8'\ 45'' : 6 = 1'\ 28''$$
$$10\ \ 10 : 7 = 1\ \ 27$$
$$11\ \ 30 : 8 = 1\ \ 26$$

so sieht man, dass auch für diesen Versuch das Gesetz der umgekehrten Proportionalität der Verdampfungsgeschwindigkeit und der Niveautiefe gilt.

Für die Temperatur von 19° 2 ist die Spannung des Ätherdampfes 419 Mm. Man erhält als Diffusionscoëfficienten für Ätherdampf-Wasserstoff aus den obigen Daten

0·3036, 0·3048, 0·3078

Das Mittel dieser Zahlen 0·3054 ist 3·7mal grösser, als die oben für den Diffusionscoëfficienten Ätherdampf Luft gefundene Zahl 0·0827.

Nach diesem Versuche ist also die Verdampfungsgeschwindigkeit des Äthers im Wasserstoff unter sonst gleichen Umständen 3·7mal grösser als in Luft. Der frühere Versuch gab dieselbe 4mal grösser. Wenn auch diese Zahlen nicht genau übereinstimmen, und zur genaueren Ermittlung der in Frage stehenden Verhältnisszahl die Versuche mehrfach wiederholt werden müssen, so ist doch die Thatsache des bedeutenden Einflusses der Natur des Gases auf die Geschwindigkeit der Verdampfung unzweifelhaft constatirt.

Versuche über die Verdampfung in geschlossenen Rxh-ren lassen sich noch in einer andern Form ausf
sie auch zu directen numerischen Bestimmungen
den können.

cht man eine mit einem Hahne versehene Röhre n
nen ne in Äther, so wird die Flüssigkeit auch im Inn
Röl s ch erheben, die darin enthaltene Luft verdrä
sst man darauf den Hahn, so beginnt das Niveau de
i nerhalb der Röhre zu sinken, entsprechend der Zu
kes, welche durch den aus der Flüssigkeit si
en Dampf verursacht wird. Es lassen sich nun wie
eobachten, in welchen das Niveau um eine bes
efer sinkt. Auch diese Bewegung des Niveaus de
befolgt ein sehr einfaches Gesetz.

X. Versuch.

Temperatur des 8°.

Barometerstand .

Die Röhre wurde ucht um 11h 38′.

Das Niveau der keit war gesunken bis zum striche

1	um 11h	38′	38″
1·5		39	16
2		40	6
2·5		41	10
3		42	22
3·5		43	50
4		45	31
4·5		47	23
5		49	28
5·5		51	47
6		54	25
6·5		57	15
7	12	0	18
7·5		3	34
8		7	5
8·5		10	40
9		14	25
9·5		18	20
10		22	34
10·5		26	58
11		31	43
11·5		36	42

ie ganzen Zahlen in der ersten Reihe bedeuten Centimeter. nfangspunkt der Scala ist ein willkürlicher, insofern er in bestimmten Beziehung zum Niveau der Flüssigkeit oder Ende der Röhre steht. Sein Abstand vom letzteren betrug m., die ganze Länge der Röhre bis zum Hahn 440 Mm.

ie folgende Tabelle enthält in der ersten Reihe alle beob- en Zeiten von 11ʰ 38′ an gerechnet, in Secunden ausge- t, in der zweiten Reihe die Quadratwurzeln aus diesen und endlich in der dritten Reihe die Differenzen dieser atwurzeln.

38"	6·17	
		2·55
76	8·72	
		2·50
126	11·22	
		2·56
190	13·78	
		2·41
262	16·19	
		2·52
350	18·71	
		2·52
451	21·23	
		2·50
563	23·73	
		2·50
688	26·23	
		2·52
827	28·75	
		2·63
985	31·38	
		2·60
1155	33·98	
		2·60
1338	36·58	
		2·59
1534	39·17	
		2·60
1754	41·77	
		2·50
1960	44·27	
		2·47
2185	46·74	
		2·45
2420	49·19	
		2·52
2674	51·71	
		2·49
2938	54·20	
		2·57
3223	56·77	
		2·58
3522	59·35	

us der letzten Reihe der Differenzen ersieht man, dass eine constante Zahl darstellen, da die unregelmässigen ichungen derselben von einander nur als Folgen von Beob- gsfehlern gedeutet werden können.

Bezeichnet man die Tiefe, bis zu welcher das Niveau in der , diese vom Momente des Eintauchens der Röhre an ge-

gesunken ist, mit h, so kann diese durch eine Formel von Gestalt

$$h = a\sqrt{t} + b$$

gestellt werden, worin a und b zwei Constante bedeuten, und ar stellt b den Werth von h für $t = 0$ dar. Zählt man h von em Niveaustande, der übrigens in Wirklichkeit nicht beob- net werden kann, so wird

$$h = a\sqrt{t}$$

man kann das in obiger Tabelle enthaltene Gesetz so aus- chen:

Tiefen, bis zu denen das innere Niveau in nten Zeiten sinkt, verhalten sich wie die twurzeln aus diesen Zeiten.

ses Gesetz stimmt mit dem oben für die Blasenentwick- gefundenen überein. Sinkt nämlich das Niveau um h in der t, so sinkt es nach der für h aufgeschriebenen Formel um n der Zeit $4t$ u. s. w. Die aufeinanderfolgenden Zeiten, in chen das Niveau immer um dieselbe Grösse weiter sinkt, ver- halten sich daher, wie die ungeraden Zahlen.

Die innerhalb einer gewissen Zeit eingetretene Senkung des Niveaus bildet zugleich das Mass für die in derselben Zeit entwickelte Dampfmenge.

Es sei zur Zeit $t = 0$, l die Länge des von der Luft erfüllten Theils der Röhre, so ist zur Zeit t, wenn das Niveau um h gesunken ist

$$\frac{l}{l+h} p$$

der Druck der eingeschlossenen Luft, unter p ihren ursprünglichen dem äusseren gleichen Druck verstanden. Der Gesammtdruck des gebildeten Dampfes sei p', so besteht die Gleichung

$$\frac{l}{l+h} p + p' = p$$

worin auf der zweiten Seite der Druck der Flüssigkeitssäule, welche der Differenz des inneren und äusseren Niveau's entspricht, gegen p vernachlässigt ist.

Drückt man den Dampf, der die absolute Temperatur T haben mag, durch sein Normalvolumen V_1, das ihm beim Drucke p_0 und der Temperatur T_0 zukäme, aus, so ist

$$\frac{(t+h)p'}{T} = \frac{V_1 p_0}{T_0}$$

Führt man p' aus dieser Gleichung in die vorhergehende, so erhält man

$$V_1 = \frac{p T_0}{p_0 T} h$$

Das vorhin für die Niveautiefen aufgestellte Gesetz kann also auch so ausgesprochen werden:

Die in gegebenen Zeiten entwickelten Dampfmengen verhalten sich, wie die Quadratwurzeln aus diesen Zeiten.

Über einen Apparat zur Demonstration der Zusammensetzung beliebiger rechtwinklig aufeinander stattfindender Schwingungen.

Von Dr. L. Pfaundler.

(Mit 1 Tafel.)

Auf der vorjährigen Naturforscherversammlung in Leipzig habe ich einen Apparat vorgezeigt, der als eine Erweiterung des bekannten Wellenapparates von Crova angesehen werden kann. [1]

Derselbe ist dazu bestimmt, die aus der Zusammensetzung zweier nach beliebigem Gesetze erfolgenden, senkrecht aufeinander stattfindenden Schwingungen resultirende Curve auf mechanisch-optischem Wege zu demonstriren.

Bei Anwendung pendelartiger Schwingungen erhält man also die bekannten Figuren von Lissajous, zu deren Hervorbringung bereits anderweitige Apparate construirt sind. Als Beispiel der Zusammensetzung anderer Schwingungsformen gestatten die dem Instrumente beigegebenen Scheiben die Demonstration der von Helmholtz durch das Vibrationsmikroskop an gestrichenen Seiten beobachteten Figuren.

Die Constructionsdetails sind aus dem Auf- und Seitenriss Fig. 1 zu ersehen.

---

[1] Ohne damit Prioritätsansprüche geltend machen zu wollen, will ich doch bemerken, dass ich schon im Jahre 1859 bei einem populären Vortrage mich eines Apparates bedient habe, der nach dem Crova'schen Principe construirt war, und sich nur dadurch von letzterem unterschied, dass sich die zur Nachahmung der Licht- und Schallwellen nöthigen Liniensysteme nach Art einer Gardine vorüberbewegen liessen. Die erste Publication der hier beschriebenen Apparate erfolgte in der Sitzung des Innsbrucker naturwissenschaftlichen Vereins vom 29. Mai 1872. Ein Exemplar derselben befand sich in der österr. Unterrichtsabtheilung der Weltausstellung.

L.Pfaundler, U

Fig. 2.

⅖ d. natürl. Grösse.

F'

Fig. 3

⅖ d. natürl. Grösse

F'

P

Ermbacher lith.

Druck von ... W... in Wien



Die beiden Glasscheiben *s* und *s'* sind um separate, horizontale Achsen, deren Lager von den beiden Holzsäulen getragen werden, drehbar. Die Bewegung wird von der Kurbel *k* aus mittelst der Schnurläufe auf beide Scheiben zugleich übertragen.

Wie aus der Seitenansicht zu ersehen ist, besitzt die Kurbelscheibe 7 concentrische Rinnen zur Aufnahme der Schnüre. Zwei davon haben 6 Centimeter im Radius; die Radien der übrigen betragen 5, 4, 3, 2 und 1 Centimeter. Spannt man daher die beiden Schnüre auf die beiden gleichen Rinnen, so drehen sich die Glasscheiben gleich schnell. Mit Benützung der andern Rinnen lassen sich die Umdrehungsgeschwindigkeiten nach den Verhältnissen $1/2$, $1/3$, $2/3$, $2/5$, $3/4$, $3/5$, $4/5$, $5/6$ reguliren. Damit bei allen diesen verschiedenen Stellungen die Entfernungen der Kurbelachse von den beiden Scheibenachsen sich der Länge der Schnüre anpassen lassen, ist die erstere mittelst der durchbrochenen Stange *B* verstellbar. Die beiden Flügelschrauben *F* und *F'* dienen dazu, die gewünschte Stellung zu fixiren.

Aus dem schwarzen Überzug der beiden Scheiben sind nun circa 1 Millimeter breit jene Curven herausgeschabt, durch deren rechtwinklige Durchkreuzung in *C* ein Lichtpunkt entsteht, welcher die zusammengesetzte Curve ausführt.

Man beobachtet dieselbe entweder direct, indem man durch *C* gegen einen hellen Hintergrund blickt, oder man stellt den Apparat, dessen Höhe danach bemessen wurde, vor die Duboseq'sche Lampe und projicirt die Erscheinung auf einen grossen Schirm.

Sollte die Figur nicht ohnedies schon Phasenveränderungen zeigen, so erhält man diese leicht in beliebig rascher Folge durch stärkeres Anspannen der einen oder der andern Schnur.

Über die Zeichnung der componirenden Curven wird kaum nöthig sein, etwas beizufügen. Es empfiehlt sich, nur eine einzige Welle auf die ganze Peripherie zu vertheilen, weil dann die Durchkreuzung möglichst nahe unter rechtem Winkel erfolgt, also die Figur möglichst richtig zu Stande kommt. Aus demselben Grunde empfiehlt es sich, die Amplitude nur klein zu wählen.

Bei der Zusammensetzung pendelartiger Schwingungen treten als componirende Curven Trochoïden auf, welche sehr

nahe mit excentrischen Kreisen zusammenfallen. Es verlohnt sich jedoch, die Curven genau richtig zu zeichnen, da jede Ungenauigkeit derselben in der resultirenden Figur zum Vorschein kommt.

Die Figuren von Lissajous für die Intervalle $^1/_1$, $^1/_2$, $^2/_3$, $^1/_3$ und $^3/_4$ zeigen sich sehr deutlich, diejenigen für die Intervalle mit grössern Zahlen, wie z. B. $^3/_5$, $^4/_5$, $^5/_6$, sind weniger deutlich, weil sie sich nicht schnell genug vollenden, um einen gleichzeitigen Lichteindruck hervorzurufen. Bei diesen ist also schnelleres Drehen erforderlich.

Ersetzt man die eine Scheibe durch eine solche, welche eine Curve enthält, deren Punkt *c* ihren Abstand vom Centrum proportional mit ihrem Fortschreiten auf dem Bogen zu- und wieder abnehmen lassen, so erhält man die Nachahmung der von Helmholtz mittelst des Vibrationsmikroskops an Saiten wahrgenommenen Figuren. Dieselben erscheinen recht deutlich in allen ihren Phasen. Es liegt auf der Hand, dass sich auf diese Weise alle periodischen Schwingungen zusammensetzen lassen.

Im Anhange will ich noch über zwei kleinere Apparate berichten, welche zur möglichst einfachen Hervorbringung der Figuren von Lissajous dienen können.

Der erstere dieser Apparate ist Fig. 2 abgebildet. An den unter 45° abgeschrägten Enden eines eisernen Stabes *S* sind federnde Stahlstreifen *F*, *F'* so befestigt, dass sie mit ihren freien Enden einen rechten Winkel bilden. Die Ebenen der Streifen stehen auf der Ebene dieses Winkels senkrecht. Ihre Enden, welche so hintereinander stehen, dass sie sich oben nicht berühren, tragen runde Blättchen *B*, *B'* von Messingblech, deren Ebenen unter sich parallel, aber senkrecht auf die schwingenden Federn gerichtet sind, also mit der Schwingungsebene zusammenfallen.

Diese Blättchen liegen knapp hintereinander, ohne sich zu berühren, sie enthalten beide einen Längsschlitz von möglichster Feinheit. Der durch die Durchkreuzung der beiden Längsschlitze zu Stande kommende helle Punkt führt dann beim Anklopfen an die Federn die Figuren von Lissajous aus. Durch Verschiebung eines Laufgewichtes *L* kann man auch hier alle ge-

wünschten Verhältnisse erreichen. Auch die Obertöne der Federn lassen sich darstellen. Die Beobachtung geschieht entweder subjectiv, indem man einfach den Apparat gegen einen hellen Hintergrund hält, oder objectiv mittelst der *Laterna magica*. Der Stab *S* darf nicht in freier Hand gehalten werden.

In Fig. 3 endlich sieht man eine Vorrichtung abgebildet, mit welcher ich ursprünglich nur beabsichtigte, den Apparat von Lissajous auf die möglichst einfachste Form zu bringen.

Zwei federnde, an ihren Enden Spiegel tragende Stahlstreifen *F* und *F'*, welche die Stelle der Stimmgabeln zu ersetzen haben, sind an den abgeschrägten Enden eines eisernen Prismas *P* so befestigt, dass die Spiegelebenen einander parallel, die Schwingungsebenen dagegen senkrecht aufeinander stehen, wie es eben durch das Experiment erfordert wird. Ein Laufgewicht *L* gestattet auch hier die Verstimmung der einen Feder gegen die andere auf alle Intervalle zwischen Einklang und Oktave zu bringen. Befestigt man das eiserne Verbindungsstück in einem Schraubstocke und sieht nach dem doppelt reflectirten Bilde eines Lichtpunktes, während die Federn zittern, so erhält man die Figuren in aller Schönheit, mitunter auch combinirt mit den Kräuselungen, die von Obertönen herrühren.

Hält man aber, wie ich dies ursprünglich beabsichtigt hatte, den Apparat einfach in der Hand, so ist der Erfolg ein ganz anderer. Die Schwingungen der beiden Federn pflanzen sich dann durch das Verbindungsstück zu einander fort, schwächen oder vernichten sich durch Interferenz oder führen zu stehenden Schwingungen des ganzen Systems, welches dann ähnlich wie eine Stimmgabel schwingt. Letzteres tritt ein, wenn man auf Unisono gestellt hatte, ersteres bei den übrigen Intervallen. Beim Unisono stellt sich für die beiden Federn stets eine Phasendifferenz $= 0$ ein, d. h. es tritt als Figur die gerade Linie auf. Will man diese störende gegenseitige Einwirkung der beiden Schwingungen (welche übrigens in geringerem Grade auch beim vorigen Apparate vorkommt) vermeiden, so muss man das Verbindungsstück an einen schweren Körper sehr fest anschrauben.

VII. SITZUNG VOM 20. NOVEMBER 1873.

er Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

las Verhalten der rothen Blutkörperchen zu einigen
teln und zur Gerbsäure", vom Herrn Michael Lap-
St. Petersburg, eingesendet und empfohlen
Dr. A. Rollett in Graz.

Zusammentreffen von Aceton, Brom und
den flüchtigen Fettsäuren", von dem c. M.
Ed. Linnemann in Brünn.

zur Abhandlung über den Gleichgewichtssinn",
rn Prof. Dr. E. Mach in Prag.

r die bewegung des Lichtes in bewegten Mitteln",
rn Capitular Karl Puschl in Seitenstetten.

„Über einige Erscheinungen des Ozons, Wasserstoffhyperoxyds und salpetersauren Ammoniaks", vom Herrn Heinrich Struve, Collegienrath in Tiflis.

Herr Prof. Dr. Ed. Suess legt eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung „über die Erdbeben des südlichen Italien" vor.

Herr Prof. Dr. Edm. Weiss erstattet einen vorläufigen Bericht über seine ersten Untersuchungen in Betreff der Identität des neuen von Coggia und Winnecke entdeckten Kometen mit dem Kometen 1818. I.

Herr Franz Toula, Prof. an der Gumpendorfer Communal-Realschule überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Kohlenkalkfossilien von der Südspitze von Spitzbergen".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Juni 1873. Berlin; 8°.

Aoust, Analyse infinitésimale des courbes planes etc. Paris, 1873; 8°.

othekcr-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 32. Wien, 1873; 8°.

tronomische Nachrichten. Nr. 1963 (Bd. 82. 19.) Kiel, 1873; 4°.

rnalia, Emilio, Osservazioni sul *Pelobates fuscus* e sulla *Rana agilis* trovate in Lombardia. Milano, 1873; 8°.

rrenti, Cesare, Discurso pronunziato nell' adunanza generale solenne della Società Geografica tenuta il giorno 30 Marzo nella R. Università di Roma. Roma, 1873; 4°.

'ocq, J., De la production et du mécanisme des positions dans les malades articulaires. Bruxelles, Paris, Londres, Leipzig, 1856; 8°. — Le vaccin amène-t-il la dégénérescence de l'espèce humaine? Bruxelles, 1857; 8°. — De l'action thérapeutique et des applications pratiques du nitrate acide d'argent. Bruxelles, 1858; 8°. — Étude sur l'ophthalmie contagieuse dite militaire. Bruxelles, 1859; 8°. — De la pénétration des particules solides à travers les tissus de l'économie animale. Bruxelles, Paris & Leipzig, 1859; 8°. — Discours prononcé à l'Académie Royale de Médecine de Belgique, dans la discussion sur les amputations. Bruxelles, 1860; 8°. — Du développement de la matière tuberculeuse dans la cavité utérine. Bruxelles, 1860; 8°. — Note sur les inhalations de poussière de charbon appliquées au traitement de la phthisie pulmonaire. Bruxelles, 1863; 8°. — De l'Anthracose pulmonaire etc. Bruxelles, 1862; 8°. — De la contagion du Choléra. Bruxelles, 1866 & 1872; 8°. — Compte rendu des travaux relatifs aux sciences anatomiques et physiologiques à la physique et à la chimie médicales pendant la période 1841—1866. Bruxelles, 1867; 8°. — Compte rendu général des travaux de l'Académie R. de Médecine de Belgique, fait à l'occasion du 25me anniversaire de sa fondation. Bruxelles, 1867; 8°. — De la vaccine, des revaccinations et de la vaccination animale. Bruxelles, 1870; 8°.

s Moulins, Charles, Fragments zoologiques. Nr. III. Un crinoïde tertiaire dans la Gironde. Nr. IV. Sur un Spatangue du miocène supérieur de Saucats etc. Bordeaux, 1872; gr. 8°.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XVI (neuer Folge VI), Nr. 10. Wien, 1873; 8⁰.

— Astronomische, in Leipzig: Vierteljahresschrift. VIII. Jahrgang, 2. Heft. Leipzig, 1873; 8⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 46. Wien, 1873; 4⁰.

Hauer, Franz Ritter von, Geologische Übersichtskarte der Österreichisch-ungarischen Monarchie. Blätter Nr. IV, VII, VIII, IX, XI und XII, nebst erläuterndem Text. Wien, 1872. Folio & 4⁰.

Institut Royal Grand-Ducal de Luxembourg: Publications. Section des Sciences naturelles et mathématiques. Tome XIII. Luxembourg, 1873; 8⁰.

Istituto, R., di studi superiori di Firenze: Memorie del R. Osservatorio ad Arcetri. Tomo I., Nr. 1. Firenze, 1873; 4⁰.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band VII, Nr. 5—8. Leipzig, 1873; 8⁰.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 23. Graz, 1873; 4⁰.

Lehmann, Otto, Revolution der Zahlen, die Seh in Schrift und Sprache eingeführt. Leipzig, 1869; 8⁰. — I. und II. Beiblatt zu Revolution der Zahlen. Leipzig, 1870 & 1872; 8⁰. — Logarithmen, gewöhnliche und trigonometrische für die Grundzahl Seh. Leipzig, 1873; 8⁰.

van der Mensbrugghe, G., Sur la tension superficielle des liquides considérée au point de vue de certains mouvements observés à leur surface. IIᵈ Mémoire. Bruxelles, 1873; 4⁰.

Mittheilungen des k. k. technischen und administrativen Militär-Comité. Jahrgang 1873, 7. & 8. Heft. Wien; 8⁰.

Nature. Nr. 211, Vol. IX. London, 1873; 4⁰.

Penn, The Monthly. Devoted to Literature, Science, Art and Politics. Vol. IV, Nr. 44. Philadelphia, 1873; gr. 8⁰.

Regel, E., *Conspectus specierum generis vitis regiones Americae borealis, Chinae borealis et Japoniae habitantium. Petropoli, 1873;* 8⁰.

Revista de Portugal e Brazil. Nr. 2. Lissabon, 1873; 4⁰.

Riccardi, Pietro, Intorno ad alcune rare edizioni delle opere astronomiche di Francesco Capuano da Manfredonia. Modena, 1873; 4⁰.

cietà Italiana di Antropologia e di Etnologia: Archivio. III° Vol., fasc. 3° e 4°. Firenze, 1873; 8°.

cietät, physikalisch-medicinische, zu Erlangen: Sitzungsberichte. 5. Heft. November 1872 bis August 1873. Erlangen, 1873; 8°.

ciété Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XVII° Année, Nrs. 5—7. Constantinople, 1873; 4°.

– Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Année 1873. Tome XLVI, Nr. 2. Moscou; 8°.

ociety, The Chemical, of London: Journal. Ser. 2, Vol. X. December 1872; Vol. XI, February—July 1873. London; 8°.

– The Zoological, of London: Transactions. Vol. VIII, Parts 3 & 4. London, 1872 & 1873; 4°. — Proceedings. Index. 1861—70. London, 1872; 8°.

tadler, Rudolf, Die Wasserversorgung der Stadt Wien in ihrer Vergangenheit und Gegenwart. Denkschrift zur Eröffnung der Hochquellen-Wasserleitung im Jahre 1873. Wien, 1873; 4°.

erein für Naturkunde zu Zwickau: Jahresbericht. 1871 & 1872. Zwickau, 1872 & 1873; 8°.

'hitley Partners von neuem durchgesehener, illustrirter und beschreibender Catalog von verbesserten, erfolgreichen europäischen und amerikanischen mechanischen Erfindungen etc. Leeds, 1873; 4°.

iener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 46. Wien, 1873; 4°.

olf, Rudolf, Astronomische Mittheilungen. XXXIII. Zürich; 8°.

'pharovich, Victor, Ritter von, Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Österreich. II. Band. 1858—1872. Wien. 1873; 8°.

Über einige Erscheinungen des Ozons, Wasserstoffhyperoxyds und salpetrigsauren Ammoniaks.

Von **Heinrich Struve.**

In der Sitzung vom 23. Mai d. J. legte Herr E. N. Horsford aus Cambridge der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften eine kleine Notiz vor, die durch die Thatsache der Reduction der Kohlensäure zu Kohlenoxyd durch Eisenphosphat von besonderer Bedeutung und weittragenden Folgerungen war.

Beim Durchlesen dieser Notiz folgerte ich, dass bei einer derartigen Zerlegung der Kohlensäure durchaus ein Auftreten von Ozon stattfinden müsse, was durch den directen Versuch nicht schwer zu beweisen wäre.

Zurückgekehrt von meiner Reise, unternahm ich augenblicklich einige Versuche, die denn auch meine Voraussetzung vollkommen bestätigten.

Um diese Versuche anzustellen, müssen wir zuerst nur festhalten, dass das empfindlichste Reagens auf Ozon unstreitig das Jodkaliumstärkepapier ist. Auf dieses wirkt bei Gegenwart von Kohlensäure in gleicher Weise wie Ozon, auch Wasserstoffhyperoxyd, worüber ich bei einer anderen Gelegenheit schon berichtet habe.

Damit die Jodkaliumreaction des Ozons eintreten kann, sind zwei unumgängliche Bedingungen erforderlich, nämlich die Gegenwart von Wasser und von Licht.

Hängt man einen sogenannten Ozonpapierstreifen in eine Atmosphäre, die man durch eingeführtes Chlorcalcium vollständig trocken halten kann, so tritt nach wochenlanger Einwirkung von Licht, selbst von directem Sonnenlicht, durchaus keine Färbung ein. Sowie aber die das Papier umgebende Luft feucht ist, so findet, zumal bei heller Sonnenbeleuchtung, auch die benannte

Einwirkung statt. Bei gewöhnlichem Tageslicht erfolgt langsamer die Reaction und im Dunkeln unterbleibt sie gänzlich.

Wir müssen hieraus schliessen, dass Licht und Wasser durchaus erforderlich sind, um den Sauerstoff der Luft in den activen Zustand überführen zu können.

Selbstverständlich abstrahire ich hier durchaus von den Erscheinungen, wo mit Hilfe der Elektricität der Sauerstoff in Ozon übergeführt wird.

Stellt man nun den von Horsford beschriebenen Versuch nur mit der Abänderung an, dass man in das Glas noch einen Streifen Ozonpapier einführt, so tritt nach einiger Zeit neben der Oxydation des Eisenphosphats auch die bekannte Jodstärke-Reaction ein.

Wurde dieser Versuch derartig abgeändert, dass das Eisenphosphat oder richtiger, das Gemenge von phosphorsaurem Natron und schwefelsaurem Eisenoxydul weggelassen wurde, so dass nur eine feuchte Atmosphäre von Kohlensäure auf das Ozonpapier einwirken konnte, so trat auch hier, wie in den früheren Versuchen, die benannte Reaction ein. Dieses darf nicht verwundern, da Jodkalium bei Gegenwart von Wasser durch Kohlensäure zersetzt wird.

Ob bei diesen Versuchen sich auch Wasserstoffhyperoxyd bildete, blieb unentschieden. Meiner Überzeugung nach müssen sich immer Spuren dieser Verbindung gebildet haben, die sich der Kleinheit des Versuches wegen und der längeren Dauer desselben dem Nachweise entziehen.

Von einer Bildung von salpetrigsaurem Ammoniak kann selbstverständlich bei diesen Versuchen keine Rede sein.

In dieser Hinsicht müssten besondere Versuche ausgeführt werden, die ich schuldig bleibe, nämlich Versuche in Gasgemengen von Stickstoff und Kohlensäure.

Bestätigen diese Versuche wiederum den Ausspruch von Schönbein, dass zu jeder Oxydation erst eine Überführung des Sauerstoffes in den activen Zustand erforderlich ist, so erlaube ich mir, gleichsam als im Zusammenhange mit jenen Erscheinungen, noch folgende Oxydations-Versuche aufzuführen, und dieses zumal noch aus dem Grunde, da durch dieselben die

von mir allgemein aufgestellte Behauptung der Zusammengehörigkeit des Ozons, Wasserstoffhyperoxyds und des salpetrigsauren Ammoniaks immer entschiedener hervortritt.

Diese Versuche, als nothwendige Folgen meiner früheren Mittheilungen über diese Erscheinungen, sind von mir im Verlaufe der letzten zwei Jahre ausgeführt worden und zwar unter den mannigfaltigsten Abänderungen, die in den meisten Fällen meine Annahme vollständig bestätigten, doch auch Ausnahmen hervortreten liessen, die einer anderen Deutung bedürfen.

Gibt man in eine flache Schale eine verdünnte Lösung von Pyrogallussäure, stellt dieselbe in eine grössere flache Schale von Glas und setzt sie nach Überdeckung mit einer Glasglocke der directen Einwirkung des Tageslichtes und des Sonnenlichtes aus, so findet bei der gesteigerten Temperatur eine starke Verdunstung des Wassers statt. Wasserdämpfe erheben sich, schlagen sich an den kälteren Wänden der Glasglocke, nämlich an denjenigen, die von der directen Beleuchtung weiter abgewendet sind, wieder nieder und fliessen nach und nach in Form einzelner Tropfen in die untere grosse Glasschale zusammen. Ist dieses eingetreten, so kann man den Versuch unterbrechen, mit einigen Tropfen Wasser die niedergeschlagenen Wasserdämpfe von den Wänden der Glasglocke und aus der Glasschale in ein Becherglas zusammenspülen und darauf unmittelbar dieses Wasser prüfen.

Es reagirt vollständig neutral und mit Hilfe der verschiedenen Reactionen kann man in demselben die Gegenwart von Wasserstoffhyperoxyd und von salpetrigsaurem Ammoniak nachweisen.

Setzt man diesen Versuch ohne Unterbrechung einige Tage hindurch fort, so scheiden sich aus der Lösung der Pyrogallussäure, die eine dunklere Farbe angenommen hat, einige deutliche Krystalle von Purpurogallin ab, das man mit Leichtigkeit durch seine eigenthümliche Reaction mit Ammoniak erkennen kann.

Rascher erreicht man diese Reaction, wenn man von Anfang an der Lösung von Pyrogallussäure kleine Quantitäten von Gummi oder auch von Blutfarbstoff hinzugibt.

Die Lösung von Pyrogallussäure kann man auch einfach mit einer Jodkaliumlösung vertauschen. Diese färbt sich nach und nach unter Ausscheidung von Spuren von Jod, während alle anderen Erscheinungen dieselben bleiben.

Unter Anwendung von Lösungen von Bromkalium oder von Chlorkalium oder Chlornatrium treten die beschriebenen Erscheinungen nicht ein.

Mit metallischem Zink lässt sich auch diese Erscheinung beobachten. Man hat nur nöthig, über das Schälchen mit Wasser einige schmale Streifen Zinkblech zu legen und sonst wie oben zu verfahren. Wasserdämpfe erheben sich und unter gleichzeitiger Einwirkung des Wassers, Sauerstoffes und des Lichtes auf's Zink, finden die drei verschiedenen Oxydations-Erscheinungen statt.

Überaus interessant ist dieser Versuch unter Anwendung von Bittermandelöl. Gibt man von diesem Öle ein wenig in die Schale mit Wasser, so findet, wie bekannt, rasch die Bildung von Benzoësäure statt, während sich mit den Wasserdämpfen Spuren von Wasserstoffhyperoxyd und salpetrigsaurem Ammoniak niederschlagen. War das Benzoylaldehyd blausäurehaltig, so lassen sich in den Wasserdämpfen auch Spuren von Blausäure nachweisen.

Hat man im Versuche mit Pyrogallussäure zur Lösung Kalilösung hinzugegeben, so färbt sich, wie bekannt, die Lösung überaus rasch dunkel, welche Färbung nach und nach zunimmt, doch in den Wasserdämpfen lässt sich kein Wasserstoffhyperoxyd, sondern nur salpetrigsaures Ammoniak nachweisen.

Bei verschiedenen Versuchen, wo unter denselben Bedingungen die Entwickelung verschiedener Pflanzen beobachtet wurde, konnte in den Wasserdämpfen nie die Gegenwart von Wasserstoffhyperoxyd, aber immer die von salpetrigsaurem Ammoniak constatirt werden.

Weiter verfolge ich hier nicht die aufgeführten Thatsachen, da es mir nur darauf ankam, darzulegen, dass die von Horsford mitgetheilte Erscheinung durchaus in den Kreis meiner Beobachtungen hineingehört und denselben eine noch weitere Ausdehnung gibt. Diese Ausdehnung werden wir vorzüglich

finden in Übertragung dieser Erscheinung auf die im thierischen Organismus und zwar in Sonderheit auf den Blutkreislauf, auf den Blutfarbstoff, in dem wir, ebenso wie im Chlorophyll, Phosphor, Eisen, Kalk antreffen.

Die endgiltige Entscheidung bleibt ferneren Versuchen vorbehalten.

Tiflis, 5. November 1873.

Über die beim Zusammentreffen von Aceton, Brom und Silberoxyd entstehenden flüchtigen Fettsäuren.

Von dem c. M. **Eduard Linnemann.**

Die Mittheilungen, welche Herr Emmerling[1] unlängst über die Zersetzung von Monobromaceton mit Silberoxyd machte, erinnerten mich daran, dass in meiner Mappe über diesen Gegenstand gleichfalls noch unveröffentlichte Resultate vorlagen, deren Veröffentlichung einer späteren Zeit vorbehalten war.

Man wird sich erinnern, dass ich vor etwa zehn Jahren[2] nach Zusatz von feuchtem Silberoxyd zu einer Mischung von Aceton und Brom, die Bildung von Ameisensäure, Essigsäure und Propionsäure beobachtet habe.

Damals wurde die Annahme gemacht, dass der Bildung dieser Fettsäuren, die Entstehung eines Additionsproductes zwischen Aceton und Brom, die Existenz eines Bibromacetons vorausgehe.

Die Leichtigkeit, mit welcher sich jedoch eine derartige Substanz unter Abgabe von Bromwasserstoff in Monobromaceton umsetzen konnte, die Möglichkeit der Existenz von zweifachgebromtem Aceton in einer selbst kalt gehaltenen Mischung von Brom und Aceton, liess es indessen nicht unmöglich erscheinen dass die genannten Fettsäuren ein gebromtes Aceton zu ihrer Muttersubstanz haben.

Um Klarheit über diese Frage zu erhalten, habe ich deshalb im Laufe der Zeit die Einwirkung von Silberoxyd und Wasser auf reines Monochloraceton, die Einwirkung von W

[1] B. d. d. ch. G. zu Berlin. VI. 22.
[2] Ann. d. Ch. u. Ph. CXXV. 307.

reines Dichloraceton, und schliesslich neuerdings die Zersetzung einer Mischung von Brom und Aceton mit Silberoxyd studirt.

Bei Einwirkung von Silberoxyd auf eine wässerige Lösung von Monochloraceton [1], bildete sich ein Silbersalz der Formel: $C_4H_6Ag_2O_5$, welches in ein Kalksalz von der Formel $C_4H_6CaO_5 + H_2O$ übergeführt werden konnte. Die Natur dieser Säure blieb unentschieden.

Bei zehnstündigem Erhitzen von reinem Monochloraceton mit 6—8 Volum Wasser auf 220—230° C., wobei alles Chlor als Salzsäure austritt, bildete sich eine nicht flüchtige Säure, welche nach Entfernung der Salzsäure mit Silberoxyd, des Silbers mit Schwefelwasserstoff, und nach dem Eindunsten über Schwefelsäure, als schwach gelb gefärbte, glasige Masse erhalten wurde.

Diese Versuche blieben bis jetzt im Stadium des Vorversuches, ich behalte mir jedoch die Beendigung derselben bevor, umsomehr, als ich zeigen werde, dass das hiebei entstehende Product verschieden sein muss von den Producten, die unter Mitwirkung von Silberoxyd entstehen können.

Die Versuche über das Verhalten von Dichloraceton gegen Wasser lieferten dagegen so rasch ein greifbares Resultat, dass sie abgerundet bereits der Öffentlichkeit übergeben werden konnten [2]. Es bildet sich hier unter Austausch des Chlors gegen die Hydroxylgruppe gewöhnliche Gährungsmilchsäure.

Bei Wiederholung der Einwirkung von feuchtem Silberoxyd auf eine Mischung von Aceton und Brom, wurde vor Allem erkannt, dass die Menge gebildeter flüchtiger Fettsäuren nur sehr klein ist, und dass somit der Hauptsache nach andere Producte gebildet werden müssen.

Es war meine Absicht, der Auffindung dieser anderweitigen Producte nachzugehen, und dann mit dem Resultate dieser Bemühungen die neuerlich gewonnenen Erfahrungen über die Natur der flüchtigen Fettsäuren bekannt zu geben.

Da ich heute der Meinung zuneige, eine selbst kalt bereitete Mischung von Brom und Aceton verhalte sich feuchtem Silberoxyd gegenüber eher wie Monobromaceton, denn als ein

---

[1] Ann. d. Ch. u. Ph. CXXX 172.

[2] Ann. f. Ch. u. Ph. CLIX. 247.

Additionsproduct, Herr Emmerling aber glaubt den Weg gefunden zu haben, das Hauptproduct der Einwirkung von reinem Monobromaceton und Silberoxyd zu isoliren, so werde ich diese Versuche nicht eher wieder aufnehmen, bis die anzuhoffenden Resultate mit reinem Monobromaceton durch Hrn. Emmerling bekannt geworden. Ich glaube aber das neuerliche Resultat der Untersuchung der bei dieser Reaction sich bildenden flüchtigen Fettsäuren einstweilen mittheilen zu sollen.

Die neuerliche Untersuchung dieser flüchtigen Fettsäuren bot diesmal um so mehr Interesse, als mittlerweile Wege gefunden waren, zu entscheiden, ob in einem Salze von der Zusammensetzung des propionsauren Silbers auch wirklich Propionsäure vorhanden sei oder nicht. Das Auftreten von Propionsäure war aber unter meinen früheren diesbezüglichen Mittheilungen jene Angabe, welche am meisten Interesse beanspruchte.

Das Aceton, welches diesmal in Anwendung kam, war völlig rein und aus seiner Verbindung mit saurem schwefeligsaurem Natron abgeschieden, und nachträglich noch fractionirt. Man liess zu je 90 Gr. kalt gehaltenes Aceton langsam 270 Gr. Brom zufliessen, nachdem man zum Aceton eine kleine Menge jener Substanz hinzugefügt, welche beim Erhitzen von Brom und Aceton entsteht und welche Mischung als Anreger für die Vereinigung von Brom und Aceton dient. Hat man eine kleine Menge anregender Substanz zum Aceton gebracht, so verschluckt es von diesem Momente an jeden Tropfen hinzugefügtes Brom sofort unter Entfärbung. Erst gegen Ende der zuzusetzenden Menge Brom entweicht Bromwasserstoff. Man gab nun etwa gleiches Volum Eis und Wasser zum gebildeten Bromaceton, und fügte unter fortwährendem Kühlen in Eiswasser nach und nach das gut gewaschene Oxyd aus 390 Grm. salpetersaurem Silber hinzu. Beim Eintragen des Silberoxydes beobachtet man bis zu Ende die eigenthümliche Erscheinung, dass dasselbe zuerst unter Reduction schwarz wird, und sich erst hierauf in gelbes Bromsilber umwandelt.

Diese, mit grosser Regelmässigkeit eintretende Erscheinung ist von hohem Werthe für die richtige Beurtheilung des Vorganges. Sie weist darauf hin, dass das Product kein einfaches

Hydroxylderivat der Muttersubstanz ist, sondern dass zuerst eine Oxydation stattfindet.

Aus dem Reactionsproduct sind die flüchtigen Säuren in nachfolgender Weise abgeschieden worden. Nach 12stündigem Stehen fügte man 4 Litre Wasser hinzu, filtrirte[1], fällte mit Soda, filtrirte vom kohlensauren Silber ab und verdampfte die Lösung des Natronsalzes auf dem Wasserbade. Die hiebei bleibende braune Schmiere wurde in Wasser gelöst, angesäuert, das sich ausscheidende Harz abfiltrirt und die flüchtigen Säuren nach weiterem Zusatz von Schwefelsäure abdestillirt. Da das saure Destillat Brom und Bromwasserstoff enthielt, wurde dasselbe bis zum gänzlichen Ausfallen des Broms mit Silberoxyd versetzt, das Silber mit Soda ausgefällt und die Lösung des Natronsalzes zur Trockne gebracht. Dabei bräunte sich das Salz auch diesmal noch ziemlich stark, und seine Lösung liess beim Ansäuren mit Schwefelsäure auch noch etwas Harz ausfallen. Man musste also nach dem Filtriren das Abdestilliren der flüchtigen Säure noch einmal wiederholen.

Ich erhielt so aus 270 Grm. Aceton nur 18 Grm. trockenes, aber immer noch braun gefärbtes Natronsalz.

Hierauf wurde das Natronsalz bis zur Erschöpfung mit kochendem absolutem Weingeist ausgezogen, wobei nur eine kleine Menge schwefelsaures und kohlensaures Natron als unlöslicher Rückstand blieb.

Als die mit etwas Wasser versetzte alkoholische Lösung an der Luft bis zum Syrup verdunstet war, setzten sich Krystalle von wasserhaltigem essigsaurem Natron ab, die durch Waschen mit etwas Alkohol farblos erhalten wurden.

Nach 14tägigem Stehen an der Luft bei +10° C. zeigten sie nachfolgende Zusammensetzung:

1·7920 Grm. lufttrockenes Salz erst vorsichtig, dann bis zum Schmelzen erhitzt, hinterliessen 1·0765 Grm. trockenen Rückstand.

---

[1] Äther extrahirte aus dem Silberoxyd keinen beim Verdunsten bleibenden krystallisirenden Körper. Siehe frühere Mittheilung. Ann. d. Ch. u. Ph. Bd. CXXV.

Das entspricht 3·99 % Wasser. Essigsaures Natron enthält 3·97 % Wasser.

0·2190 Grm. geschmolzenes Salz lieferten 0·1915 Grm. Na_2SO_4, d. i. 28·31 % Na; essigsaures Natron enthält 28·04 % Na.

Ein aus diesem Natronsalz dargestelltes Silbersalz enthielt 64·43 % Ag insofern: 0·3104 Grm. Salz 0·2000 Grm. Ag hinterliessen. Essigsaures Silber verlangt 64·66 % Ag.

Aus den Natronsalzen der unter genannten Umständen aus Aceton entstehenden Säuren konnte also „essigsaures Natron" direct durch Krystallisation rein abgeschieden werden.

Die Gegenwart der „Ameisensäure" habe ich früher durch Analyse des Bleisalzes nachgewiesen. Die Gegenwart der Ameisensäure im erhaltenen Natronsalze verrieth sich auch diesmal durch die starke Reduction, welche beim Kochen mit Silbersalzen stattfand.

Die starke Bräunung der alkoholischen Mutterlauge vom essigsauren Natron, sowie der Umstand, dass das Natronsalz der flüchtigen Säuren beim Eindampfen sich jedesmal von Neuem bräunte, wies auf das Vorhandensein einer noch anderweitigen, flüchtigen, aber in Form ihres Natronsalzes leicht zersetzbaren Säure hin.

Auf die Isolirung dieser Säure musste zunächst, falls nach Propionsäure gesucht werden sollte, Verzicht geleistet werden; ja man musste geradezu auf die Zerstörung dieses Natronsalzes durch Hitze bedacht sein, da propionsaures Natron durch Schmelzen nicht oder doch nur sehr wenig verändert wird.

Demgemäss wurde die alkoholische Mutterlauge vom essigsauren Natron zur Trockne gebracht und geschmolzen. Dies erfolgte unter Aufblähen und starker Verkohlung. Man zog die Schmelze mit Wasser aus, verdampfte, schmolz den Rückstand und wiederholte das Schmelzen schliesslich zum drittenmal. Das erstarrte Salz stellte eine fast farblose, strahlig krystallinische Masse dar.

Um etwa darin vorhandene Propionsäure zu isolir[e] das fein gepulverte Salz zunächst mit etwa 20 Gewi[chtstheilen] absoluten Alkohols ausgekocht. Der in Lösun[g] Theil α) des Salzes hätte nach dem relativen

mögen von propionsaurem und essigsaurem Natron vorzugsweise Propionsäure, der ungelöste Theil β) vorzugsweise Essigsäure enthalten müssen.

Ich machte nun den Versuch aus dem im Alkohole gelösten Theile α) das für die Propionsäure characteristische basische Bleisalz zu erhalten. Dies misslang jedoch, so dass bestimmt behauptet werden kann, es war keine Propionsäure vorhanden. Als ich die fragliche Säure dagegen schliesslich wieder in Silbersalz verwandelte, hatte dasselbe die Zusammensetzung des essigsauren Silbers. Auch das aus dem im Alkohol ungelöst gebliebenen Natronsalz β) dargestellte Silbersalz hatte die Zusammensetzung des essigsauren Silbers, nachdem in beiden Fällen kleine Mengen vorhandener Ameisensäure durch Kochen mit überschüssigem Silberoxyd zerstört waren.

Die Analyse der Silbersalze ergab folgendes Resultat:

Silbersalz α) 0·1470 Grm. der Krystallisation Nr. 1 gaben 0·0935 Grm. Ag = 63·66% Ag;
0·1940 Grm. der Krystallisation Nr. 2 gaben 0·1250 Grm. Ag = 64·43% Ag;

Silbersalz β) 0·1650 Grm. der Krystallisation Nr. 1 gaben 0·1065 Grm. Ag = 64·54% Ag;
0·3543 Grm. der Krystallisation Nr. 2 gaben 0·2275 Grm. Ag = 64·23% Ag;
0·2174 Grm. der Krystallisation Nr. 3 gaben 0·1400 Grm. Ag = 64·39% Ag.

Ich komme somit zu dem Schlusse, dass beim Behandeln von Bromaceton mit Silberoxyd unter den gegebenen Umständen ausser kleinen Mengen von Ameisensäure und Essigsäure, also den gewöhnlichen Oxydationsproducten des Acetons, andere flüchtige Fettsäuren nicht erhalten wurden. Ich vermag mir vorderhand auch keine Rechenschaft über die Ursache des früher beobachteten Auftretens von propionsaurem Silber zu geben.

Ich werde der Prüfung der bei diesem Processe sich bildenden flüchtigen Säuren, vor Allem um die Natur jener flüchtigen, in Form ihres Natronsalzes so leicht unter Bräunung sich zer-

setzenden Säure aufzuklären, bei späterer Gelegenheit nochmals nachgehen, vielleicht, dass sich die in Bezug auf die Bildung der Propionsäure bestehenden Widersprüche dann gleichfalls klären werden.

Der Umstand, dass aus 270 Grm. Aceton nur 18 Grm. trockenes Natronsalz erhalten wurden, stellte aber bei dieser Gelegenheit unzweifelhaft fest, dass bei der erwähnten Zersetzung des Acetons das Hauptproduct der Reaction seither unberücksichtigt geblieben.

Die Versuche des Herrn Emmerling haben nun meine Bemühungen, dieses Hauptproduct zu isoliren, gekreuzt und auch wohl schon überholt.

Dennoch sei es gestattet, hier Einiges bekannt zu geben, was ich bei meinen eigenen Versuchen, das Hauptproduct zu isoliren, seither feststellen konnte.

Das Monochlor und Monobromaceton werden bekanntlich von Manchen, so von L. Henry[1] und auch von A. Emmerling[2] als die Haloidderivate des hypothetischen Brenztraubenalkohols angesprochen:

Brenztraubensäure	Aldehyd?	Alkohol?
CH_3	CH_3	CH_3
CO	CO	CO
$CO.OH$	COH	$CH_2.OH$

Chlorid, zugleich Monochloraceton

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CO \\ | \\ CH_2.Cl \end{array}$$

Bei Ersatz des Chlors im Monochloraceton durch die Hydroxylgruppe sollte somit der als Brenztraubenalkohol bezeichnete Körper entstehen.

---

[1] B. d. d. ch. G. 1872. Nr. 18. 966.

[2] B. d. d. ch. G. 1873. Nr. 1. 22.

Ich habe aber schon hervorgehoben, dass bei Einwirkung von Monobromaceton auf Silberoxyd zuerst Reduction desselben eintritt und dann erst die Bildung von Bromsilber stattfindet. Es ist somit nicht wahrscheinlich, dass ein einfacher Austausch von Brom gegen Hydroxyl stattfindet. Die Zersetzung ist dagegen am wahrscheinlichsten, als nach folgender successiv verlaufender Gleichung sich abwickelnd anzunehmen:

$$C_3H_5BrO + O - HCl = C_3H_4O_2?$$

Die Zusammensetzung $C_3H_4O_2$ kommt aber unter Anderen auch dem hypothetischen Brenztraubensäurealdehyd zu. Dadurch wäre einerseits die durch Herrn Emmerling beobachtete Bildung einer nicht flüchtigen Säure

$$C_{12}H_{16}O_8 = 4[C_3H_4O_2]$$

leicht zu erklären; andernseits wäre es gewiss, dass das gebildete Brenztraubensäurealdehyd durch das überschüssige Silberoxyd rasch in Brenztraubensäure, und diese wahrscheinlich wieder rasch in jene, amorphe Salze bildende, noch nicht näher bekannte Zerstörungsproducte der Brenztraubensäure umgewandelt würde, deren Vorhandensein das Auffinden eines Hauptreactionsproductes seither vereitelte.

Um die ganze Reaction glatter, einer reinen Hydroxylirung ähnlicher verlaufend zu machen, lag es nahe, ein anderes, weniger stark oxydirendes Oxyd in Anwendung zu bringen. Ich habe aus dem Grunde frisch gefälltes und gut gewaschenes Quecksilberoxyd auf Bromaceton einwirken lassen.

Leider vollzieht sich die Reaction erst bei der Temperatur des kochenden Wasserbades und hiebei findet Reduction statt.

Um die bei dieser Zersetzung aus ziemlich beträchtlichen Mengen Bromaceton erhaltenen Umsetzungsproducte auf das Vorhandensein von Brenztraubensäure, Brenztraubenaldehyd und Brenztraubenalkohol zu prüfen, behandelte ich das Ganze mit reichlichen Mengen von Natriumamalgam, in der Erwartung, vorhandene Brenztraubensäure in die leichter nachweisbare Milchsäure, Brenztraubenaldehyd und Brenztraubenalkohol in den leichter isolirbaren Isopropylglycol überzuführen.

Es gelang mir aber leider weder das Vorhandensein von lchsäure, noch die stattgefundene Bildung eines Glycols fest-stellen. Das einzige positive Ergebniss der Untersuchung stand darin, dass auch hier Essigsäure als Reactionsproduct chgewiesen und in Form ihres Silbersalzes analysirt werden nnte.

Dieses Resultat entspricht also nicht dem Vorhandensein n Brenztraubensäure, Brenztraubenaldehyd oder Brenztrauben-cohol unter den Zersetzungsproducten des Bromacetons. Die ıffindung des eigentlichen Reactionsproductes bleibt somit der kunft überlassen.

Brünn, 8. Nov. 1873.

Über die Mitbewegung des Lichtes in bewegten Mitteln.

Von **Carl Puschl**,
Capitular des Benedictiner-Stiftes Seitenstetten.

In meinem Aufsatze im Jännerheft 1873 der Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften erwähnte ich eine von mir schon früher gegebene, in einer grösseren Abhandlung enthaltene Herleitung der Formel Fresnel's, die Grösse der Mitbewegung des Lichtes in einem durchsichtigen bewegten Mittel betreffend. Jene Deduction involvirt von vornherein die Annahme, dass die Geschwindigkeit des Lichtes im bewegten Mittel von derjenigen im ruhenden nur sehr wenig differire, oder was dasselbe ist, dass die Geschwindigkeit der Fortbewegung des Mittels im Vergleich mit der Geschwindigkeit des Lichtes sehr klein sei. Die Lösung der Aufgabe auf Grund der dort gemachten Voraussetzungen kann aber ebensowohl auch ohne diese Beschränkung geschehen, und ich glaube, eine entsprechend modificirte Herleitung der gedachten Formel nebst einigen theoretischen Folgerungen, bei dem erhöhten Interesse, welches dieser Gegenstand in nächster Zukunft wohl gewinnen wird, der k. Akademie hiemit vorlegen zu dürfen.

Gesetzt, es pflanze sich ein Lichtstrahl in einem durchsichtigen (isotropen) Körper fort, während dieser selbst sich mit einer gewissen Geschwindigkeit in der Richtung des Strahles bewege. Indem dabei das Licht in zahllosen Abwechslungen theils durch Atomsubstanz und theils durch Äther geht, wird es nur in den durch Atomsubstanz führenden Stücken seines Weges vom Körper mitbewegt; denn der Äther zwischen den Atomen nimmt, wie wir voraussetzen, an der Translation des Körpers keinen Antheil, und besitzt darin überhaupt die gleiche Beschaffenheit wie im freien Weltraum. Hat auf solche Weise das Licht einen absoluten Weg $= s$ durchlaufen, so wurde es während



einer gewissen Zeit T durch Äther und während einer Zeit τ durch Atomsubstanz fortgepflanzt, und hat also den Weg s in der Zeit $T+\tau$ zurückgelegt. Nennen wir die Lichtgeschwindigkeit im bewegten Körper k, so haben wir demnach die Gleichung

$$k = \frac{s}{T+\tau}. \tag{1}$$

Es sei σ_1 die Summe der vom Lichte auf dem absoluten Wege s durchlaufenen Atomdimensionen und ν der Brechungsindex der Atomsubstanz, nämlich die Zahl, womit man die Geschwindigkeit $\varkappa$ des Lichtes im Äther dividiren muss, um diejenige in ruhender Atomsubstanz zu erhalten, also diese letztere Geschwindigkeit $= \frac{\varkappa}{\nu}$, so haben wir, weil nach dem Gesagten das Licht zu dem Wege σ_1 in Atomsubstanz die Zeit τ braucht,

$$\sigma_1 = \frac{\varkappa\tau}{\nu}. \tag{2}$$

Während seiner Fortpflanzung in den getroffenen Körperatomen wird das Licht zugleich um deren volle Fortbewegung weiter geführt. Bewegt sich also der gedachte Körper in der Richtung des durch ihn gehenden Lichtstrahles mit der Geschwindigkeit c, so wird dieser von dem absoluten Wege s einen Theil $= c\tau$ vermöge Mitbewegung, also zusammen den Theil $\sigma_1 + c\tau$ in den getroffenen Atomen und folglich im Äther den Rest $= s - \sigma_1 - c\tau$ zurücklegen; und da er letzteren mit der Geschwindigkeit $\varkappa$ in der Zeit T durchläuft, so folgt

$$s - \sigma_1 - c\tau = \varkappa T$$

oder, wenn wir hier für τ seinen Werth aus 2) setzen:

$$s - \left(1 + \frac{\nu c}{\varkappa}\right)\sigma_1 = \varkappa T. \tag{3}$$

Mit den Gleichungen 2) und 3) erhält man

$$T+\tau = \frac{s - \left(1 + \frac{\nu c}{\varkappa}\right)\sigma_1}{\varkappa} + \frac{\nu\sigma_1}{\varkappa} = \frac{s + \left(\nu - 1 - \frac{\nu c}{\varkappa}\right)\sigma_1}{\varkappa} \tag{4}$$

und somit wird nach 1) die Lichtgeschwindigkeit im bewegten Mittel

$$k = \frac{\varkappa s}{s + \left(\nu - 1 - \frac{\nu c}{\varkappa}\right)\sigma_1}. \qquad 5)$$

In der Zeit $T+\tau$, während welcher das Licht in absoluter Bewegung den Raum s beschreibt, legt der gedachte Körper mit seiner Geschwindigkeit c den Weg $c(T+\tau)$ zurück; dasselbe durchlauft also in relativer Bewegung eine Körperschicht von der Dicke

$$s - c(T+\tau)$$

und trifft darin eine Atommenge, welche sich zu der in einer sonst gleichen Schicht von der Dicke s zu durchlaufenden Atommenge verhält, wie sich die entsprechenden Dicken zu einander verhalten, nämlich wie

$$\left[s - c(T+\tau)\right] : s$$

oder der Gleichung 1) gemäss wie

$$\left(1 - \frac{c}{k}\right) : 1.$$

Demnach ist, wenn wir jene Summe von Atomdimensionen, welche ein Lichtstrahl innerhalb einer ruhenden Körperschicht von der Dicke s durchlaufen würde, mit σ bezeichnen, die Summe der im bewegten Körper auf dem absoluten Lichtwege s durchlaufenen Atomdimensionen

$$\sigma_1 = \left(1 - \frac{c}{k}\right)\sigma \qquad 6)$$

und diesen Werth von σ_1 in der Gleichung 5) einsetzend, erhält man:

$$k = \frac{\varkappa s}{s + \left(\nu - 1 - \frac{\nu c}{\varkappa}\right)\left(1 - \frac{c}{k}\right)\sigma},$$

woraus nach entsprechender Transformation zur Bestimmung der Geschwindigkeit k des Lichtes im bewegten Mittel folgt:

$$k = \frac{\varkappa\left[1+\left(\nu-1-\frac{\nu c}{\varkappa}\right)\frac{\sigma c}{s\varkappa}\right]}{1+\left(\nu-1-\frac{\nu c}{\varkappa}\right)\frac{\sigma}{s}}. \qquad 7)$$

Die unbekannte, von der Beschaffenheit der Atomsubstanz jedes Körpers abhängige Zahl ν (der Brechungsindex dieser Substanz) kann aus der vorstehenden Gleichung eliminirt werden. Für $c=0$ nämlich geht die Lichtgeschwindigkeit k in diejenige bei ruhendem Mittel, also in $\frac{\varkappa}{n}$ über, wenn n den Brechungsindex des ruhenden Mittels bedeutet; setzen wir also in obiger Gleichung $c=0$ und $k=\frac{\varkappa}{n}$, so ergibt sich aus derselben

$$n = 1+\frac{(\nu-1)\sigma}{s}$$

und wir haben zur Bestimmung von ν die Formel:

$$\nu = 1+(n-1)\frac{s}{\sigma}. \qquad 8)$$

Nach Wegschaffung von ν erscheint in dem Ausdrucke für k als von der Beschaffenheit der Atome abhängig noch σ, d. h. die Summe der Atomdimensionen, welche auf eine im Körper gezogen gedachte Linie von der Länge s entfallen. Denken wir uns die ganze in einer Körperschicht von der Dicke s und von beliebigem constanten Querschnitte enthaltene Atommasse ohne Veränderung ihres Gesammtvolums zu einer continuirlichen Atomschicht von gleichem Querschnitte zusammengedrängt, so ist σ die Dicke dieser Schicht und der Bruch $\frac{\sigma}{s}$ stellt zugleich das Verhältniss des ganzen von den Atomen eingenommenen Raumes zu dem sie enthaltenden Körpervolumen vor. In dieser Beziehung nun ist für keinen Körper auch nur angenähert etwas bekannt; man wird daher vielleicht umgekehrt in Zukunft aus der experimentell bestimmten Lichtgeschwindigkeit in bewegten Körpern auf die Grösse des von ihren Atomen eingenommenen Raumes schliessen.

Beschränken wir uns jetzt auf den in der Wirklichkeit allein vorkommenden Fall, wo die Geschwindigkeit des bewegten Körpers im Vergleich mit der Geschwindigkeit des Lichtes im Äther sehr klein und daher $\frac{c}{\varkappa}$ ein sehr kleiner Bruch ist. Wir können dann in der Gleichung 7) jenes Glied, welches nach Auflösung der Klammern im Zähler mit dem Factor $\frac{c^2}{\varkappa^2}$ behaftet erscheint, als verschwindend klein vernachlässigen, wodurch wir erhalten

$$k = \frac{\varkappa\left[1+(\nu-1)\frac{\sigma c}{s\varkappa}\right]}{1+\left(\nu-1-\frac{\nu c}{\varkappa}\right)\frac{\sigma}{s}},$$

oder nach Einsetzung des obigen Werthes von ν:

$$k = \frac{\varkappa\left[1+(n-1)\frac{c}{\varkappa}\right]}{n-\left(n-1+\frac{\sigma}{s}\right)\frac{c}{\varkappa}}. \qquad 9)$$

Dividiren wir den Zähler des rechts stehenden Bruches durch seinen Nenner, so kommt mit Weglassung der höheren Potenzen von $\frac{c}{\varkappa}$:

$$k = \frac{\varkappa}{n} + \left(\frac{n-1}{n} + \frac{n-1+\frac{\sigma}{s}}{n^2}\right)c = \frac{\varkappa}{n} + \frac{n^2-1+\frac{\sigma}{s}}{n^2}.c. \qquad 10)$$

Da $\frac{\varkappa}{n}$ die Geschwindigkeit des Lichtes im ruhenden Körper ist, so folgt hieraus als Grösse der Mitbewegung des Lichtes in dem mit der Geschwindigkeit c in gleicher Richtung bewegten Körper

$$\frac{n^2-1+\frac{\sigma}{s}}{n^2}.c$$

und daher als Coëfficient der Mitbewegung

$$\frac{n^2-1+\frac{\sigma}{s}}{n^2}. \qquad 11)$$

Fresnel schloss aus der Beobachtung Arago's, wonach die Bewegung der Erde auf die Ablenkung des Sternlichtes durch ein brechendes Prisma keinen Einfluss ausübt, dass man als Coëfficienten der Mitbewegung des Lichtes

$$\frac{n^2-1}{n^2} \qquad 12)$$

annehmen müsse, und diese Folgerung ist wohl gegenwärtig, namentlich neuestens durch die eingehenden Untersuchungen[1] Ketteler's, endgiltig festgestellt. In den so empirisch ermittelten Mitbewegungscoëfficienten geht der von uns rein theoretisch abgeleitete über, sobald der Bruch $\frac{\sigma}{s}$ gegen den Werth n^2-1 verschwindend klein wird. Unsere Theorie erklärt demnach die Grösse der Mitbewegung des Lichtes in bewegten Mitteln unter der Annahme, dass die Atome eines Körpers mit ihrer Substanz immer nur einen kleinen Theil des sie enthaltenden Körpervolumens ausfüllen. Ich glaube nicht, dass diese Annahme irgendwie gegen die Wahrscheinlichkeit verstösst. Man braucht jedoch, indem der Bruch $\frac{\sigma}{s}$ proportional dem Cubus eines Atomdurchmessers wechselt, die gegenseitigen Abstände der Atome nicht sehr vielmal grösser zu denken, als einen Atomdurchmesser, um es erklärlich zu finden, dass ein Einfluss dieses Verhältnisses auf die Grösse der Mitbewegung sich bisher aus der bezüglichen Erfahrung nicht ergab. Zwar fand Fizeau bei seinem berühmten Versuche mit bewegtem Wasser einen merklich grösseren Mitbewegungscoëfficienten $\left(=\frac{1}{2}\right)$, als man nach

---

[1] Astronomische Undulationstheorie oder die Lehre von der Aberration des Lichtes; von E. Ketteler, Bonn, 1873.

dem entsprechenden Brechungsindex $\left(\text{nahe} = \frac{4}{3}\right)$ der Formel Fresnel's gemäss erwarten sollte; dass aber hieraus nach der Formel 11) bereits auf einen merklichen Einfluss von $\frac{\sigma}{s}$ bei Berechnung der Lichtgeschwindigkeit in bewegtem Wasser geschlossen werden dürfe, wage ich nicht zu vermuthen.

Mit der Folgerung, dass die Mitbewegung jeder Lichtgattung in einem bewegten Körper (den Bruch $\frac{\sigma}{s}$ als verschwindend vorausgesetzt) blos durch den für ihre Fortpflanzungsrichtung in demselben geltenden Brechungsindex nach der Formel $\frac{n^2-1}{n^2}$ bestimmt sei, erklärt unsere Theorie auch vollständig, dass weder der ordinäre noch der extraordinäre Strahl in einem anisotropen Körper durch dessen Bewegung eine Veränderung seiner Ablenkung erfährt [1]; eine Thatsache, mit welcher, wie mit dem ähnlich negativen Resultate bezüglich verschiedener Farbengattungen, die von Fresnel aufgestellte Vermuthung einer partiellen Mitbewegung oder Entrainirung des Äthers sich kaum vereinigen liesse.

Nach unserer Voraussetzung ist jedes Atom eines durchsichtigen Körpers ein lichtfortpflanzendes Mittel, so gut wie der Äther selbst. Die Geschwindigkeit, mit welcher sich das Licht in der Masse eines Atoms fortpflanzt, hängt von dessen specifischer Elasticität ab, welche jedenfalls sehr gross, und zwar viel grösser als die irgend eines Körpers ist. Da man über die Bedingungen dieser Atomelasticität nichts weiss, kann man es für möglich halten, dass es Atome gebe, in denen das Licht noch schneller als im Äther fortgepflanzt werde. Für solche Atome wäre $\nu < 1$ und daher $\nu - 1$ ein negativer echter Bruch; da nun nach dem Vorigen $\frac{\sigma}{s}$ für alle Körper nur ein kleiner Bruch zu sein scheint, so wird dann umsomehr der Werth von

---

[1] A. a O. S. 158.

$\frac{(\nu-1)\sigma}{s}$ als gegen die Einheit verschwindend anzunehmen und daher nach der Gleichung

$$n=1+\frac{(\nu-1)\sigma}{s}$$

der Brechungsindex n des bezüglichen Körpers doch nicht merklich kleiner als die Einheit ausfallen, d. h. es kann keinen Körper geben, dessen Brechungsindex für irgend eine Lichtgattung erheblich unter die Einheit herabginge, oder welcher das Licht noch merklich schneller fortpflanzte als der Äther. Durch die Theilnahme der Atome an der Fortpflanzung des Lichtes kann also dasselbe in verschiedenen Körpern in einem mehr oder minder hohen Grade verzögert, aber in keinem Falle wesentlich beschleunigt werden.

Bezeichnet d die Dichte eines Körpers und δ die Dichte seiner als sämmtlich gleich angenommenen Atome, so ist nach dem Obigen

$$\frac{\sigma}{s}=\frac{d}{\delta}$$

und hiermit folgt aus der eben erwähnten Relation:

$$\frac{n-1}{d}=\frac{\nu-1}{\delta}.$$

Diese Gleichung drückt aus, dass das specifische Brechungsvermögen $\frac{n-1}{d}$ eines Körpers von seiner Dichte unabhängig ist, so lange wenigstens, als nicht etwa mit dieser zugleich die Beschaffenheit seiner Atome selbst, nämlich die Elasticität und Dichte ihrer Substanz, sich verändert. Der Erfahrung zufolge ist das specifische Brechungsvermögen fester und flüssiger Körper bei Änderungen ihrer Dichte nicht vollkommen, sondern nur mehr oder weniger angenähert constant. Dies zwingt uns bereits, die gewöhnliche Vor[illegible] er absoluten Unveränderlichkeit der Atome aufzu[illegible] n-nehmen, dass die Körperatome bei hinrei[illegible] zen gewisse Wirkungen auf einander

ihre innere Beschaffenheit selbst einigermassen modificirt wird, und es wird sonach auf die Art und Grösse dieser Modificationen der Atomsubstanz aus den beobachteten Veränderungen des specifischen Brechungsvermögens der Körper zu schliessen sein. Unserer Theorie zufolge werden verschiedene Dichtigkeitszustände eines und desselben Körpers sich nicht blos durch die ungleich dichte Aggregation seiner Atome, sondern einigermassen auch durch die innere Beschaffenheit ihrer Substanz unterscheiden; und da auf der inneren Beschaffenheit der Atomsubstanz fast alle (namentlich die optischen, thermischen und chemischen) Eigenschaften der bezüglichen Körper beruhen, so wird es begreiflich, dass diese Eigenschaften, insbesondere das Ausstrahlungs- und Absorptionsvermögen und die chemische Wirksamkeit der Stoffe, mit der Temperatur und dem äusseren Drucke mehr oder weniger veränderlich sind.

Dem Gesagten entspricht es vollkommen, dass feste Körper, welche nach verschiedenen Richtungen ungleichen Druck erleiden, ein nach denselben Richtungen ungleiches specifisches Brechungsvermögen besitzen; es wird nämlich in solchen Körpern die innere Beschaffenheit der Atome nach verschiedenen Dimensionen ungleich modificirt sein. Ähnlich, wie im genannten Falle, wechselt das specifische Brechungsvermögen im Allgemeinen mit der Richtung in den krystallisirten Körpern; unsere Theorie verlangt also, dass die Atome solcher Krystalle nach ihren verschiedenen Dimensionen ungleich beschaffen und selbst schon kleine, gleich orientirte Krystalle sind. Keineswegs folgt daraus aber, dass die Atome dieser Körper auch in deren amorphen Zuständen schon als eben solche, nur ungleich orientirte Krystalle betrachtet werden müssen; denn es ist sehr wohl möglich, dass sie eine nach verschiedenen Richtungen ungleiche Modification ihrer Substanz selbst erst bei der Krystallisation der bezüglichen Körper annehmen und bei dem Übergange derselben in einen amorphen Zustand auch wieder verlieren. Den Begriff einer unveränderlichen Beschaffenheit der Atome haben wir ohnehin soeben fallen gelassen.

Das specifische Brechungsvermögon von Flüssigkeitsgemischen, wie dasjenige von Auflösungen fester Körper in Flüssigkeiten, weicht ebenfalls von dem aus den specifischen Brechungs-

vermögen der Bestandtheile berechneten um etwas ab. In noch höherem Grade gilt dieses im Allgemeinen von chemischen Verbindungen. Blosse Stellungs- oder Gruppirungsänderungen der Atome können nach unserer Theorie diese Thatsache nicht erklären, und ich schliesse daher wieder, dass, wie die gleichartigen, auch die ungleichartigen Atome bei hinreichender Annäherung gewisse ihre innere Beschaffenheit modificirende Einflüsse auf einander ausüben, deren Wirkung bei grosser Energie so weit gehen mag, dass die innere Structur der bezüglichen Atome eine Grenze ihrer Stabilität überschreitet und die Substanz derselben (unter Entwicklung oder Bindung von Wärme) einen neuen (allotropen) stabilen Zustand annimmt. Das ganz verschiedene optische und thermische Ausstrahlungs- und Absorptionsvermögen einer chemischen Verbindung in Vergleich mit demjenigen eines gleich zusammengesetzten Gemenges kann diese Auffassung nur begünstigen. Die Vorstellung, welche man sich von einer chemischen Verbindung machen muss, wird dann freilich eine von der bisher geläufigen sehr verschiedene; während man nämlich sonst das Wesen der chemischen Verbindungen in der Gruppirung der als unveränderlich gedachten Atome sucht, läge es nach dem Gesagten in den inneren Veränderungen, deren selbst die Substanz der Atome einer jeden Art unter den modificirenden Einflüssen der Substanzen anders gearteter Atome noch fähig ist.

Nach unserer Theorie müssen die Atome eines bewegten Körpers durch den Äther hingleiten, ohne diesen merklich in ihre Bewegung hineinzuziehen. Es ist deswegen nicht wahrscheinlich, dass die Atome durch ihre gleichfalls translatorischen Bewegungen, welche sie im Innern eines Körpers, sei es in geschlossenen oder in nicht geschlossenen Bahnen, ausführen, unmittelbar jene wellenförmige Ätherbewegung erzeugen sollten, welche wir als Licht und Wärme auch von den durch blos *mechanische* Einwirkung erhitzten Körpern ausgehend finden. Der Ursprung der Ätherwellen ist in solchem Falle vielmehr, glaube ich, folgender: Wenn je zwei Atome eines Kör-pers in ihren Bahnen sich hinreichend nahe kommen, [illegible] auf einander, wie wir bereits angenommen haben, [illegible] nere Structur modificirende Wirkung aus; eine [illegible]

Annäherung zweier Atome erzeugte und bei ihrem Auseinandergehen wieder verschwindende Modification der inneren Structur derselben ist aber nichts anderes, als eine vorübergehende Erschütterung ihrer Substanz, mit der Wirkung eines gegenseitig ausgeübten Stosses vergleichbar. Die so erschütterte Atomsubstanz schwingt dann in den Perioden, in welchen sie bei der specifischen Elasticität und den Dimensionen der bezüglichen Atome, dann auch bei der Art und Vehemenz jener Impulse und bei der Gesammtwirkung aller solchen Störungen, zu schwingen geneigt ist, und erregt dadurch im angrenzenden Äther Wellen von den gleichen Perioden.

SITZUNGSBERICHTE

DER

ERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXVIII. Band.

ZWEITE ABTHEILUNG.

10.

die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Mechanik, Meteorologie und Astronomie.

XXVIII. SITZUNG VOM 4. DECEMBER 1873.

Der Präsident theilt mit, dass Se. Majestät der Kaiser die Deputation der Akademie zur Beglückwünschung aus Anlass von Allerhöchstdessen 25jährigen Regierungs-Jubelfeier am 1. December zu empfangen, die Adresse huldvoll entgegenzunehmen und die Akademie Allerhöchstseines fortgesetzten Schutzes zu versichern geruht haben.

Herr Dr. A. Dohrn in Neapel dankt, mit Schreiben vom 26. November, für die Betheilung der von ihm gegründeten „Zoologischen Station" daselbst mit den Sitzungsberichten der Classe.

Herr Prof. Dr. E. Mach in Prag übersendet einen zweiten Nachtrag zu seiner Abhandlung über den Gleichgewichtssinn.

Derselbe übermittelt ferner eine für den Anzeiger bestimmte vorläufige Notiz „über die Schallgeschwindigkeit in Gasgemengen," vom Herrn Dr. V. Dvořák.

Herr Anton Krichenbauer, k. k. Gymnasial-Director in Znaim, übersendet ein handschriftliches Werk, betitelt: „Homer als eine Quelle für Kosmologie. Ein Beitrag zur Untersuchung sowohl über das Werden und das Alter der homerischen Gesänge als auch über die kosmischen Verhältnisse in der Natur jener Zeit."

Herr Aug. Prinz zu Vilimov in Böhmen übermitt[e] Abhandlung unter dem Titel: „Die Rechnung des Gross[e] Kleinen mittelst der Primtafeln" nebst einer „Parallele d[e] rechnung zu den Logarithmen".

Herr Prof. Dr. V. v. Lang legt eine Abhandlung des Herrn Dr. Fr. Exner, d. Z. in Strassburg, vor: betitelt: „Bestimmung der Temperatur, bei welcher das Wasser ein Maximum seiner Dichtigkeit hat".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academy of Natural Sciences of Philadelphia: Proceedings. 1872, Parts I—III. Philadelphia; 8°.

Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna: Memorie. Serie III. Tomo II, Fasc. 2—4; Tomo III, Fasc. 1—2. Bologna, 1872 & 1873; 4°. — Rendiconto. Anno accademico 1872—73. Bologna, 1873; 8°.

American Association for the Advancement of Science: Proceedings. XXth Meeting, held at Indianopolis, Indiana. August 1871. Cambridge, 1872; 8°.

Annalen der Chemie und Pharmacie von Wöhler, Kopp, Erlenmeyer & Volhard, N. R. Band 93, Heft 1—3. Leipzig & Heidelberg, 1873; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 33—34. Wien, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1964—1965. (Bd. 82. 20—21.) Kiel, 1873; 4°.

Ateneo Veneto: Atti. Serie II. Vol. IX. 1871—72; Vol. X, punt. 1—3. 1872—73. Venezia, 1873; 8°.

Bibliothèque Universelle & Revue Suisse: Archives des sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLVIIIe. Nr. 190. Genève, Lausanne, Paris, 1873; 8°.

California Academy of Sciences: Proceedings. Vol. IV, Part. 5. 1872. San Francisco, 1873; 8°.

Comitato, R., Geologico d'Italia: Bollettino. Anno 1873. Nr. 9 & 10. Firenze; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nrs. 18—20. Paris, 1873; 4°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: VIII. Band, Nr. 22—23. Wien, 1873; 4°.



:sellschaft, Deutsche, für Natur- und Völkerkunde Ostasiens: Mittheilungen. 2. Heft. Juli 1873. Yokohama; 4°.

- physikal.-medicin., in Würzburg: Verhandlungen. N. F. V. Band, 2. & 3. Heft. Würzburg, 1873; 8°.

:werbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 47—48. Wien, 1873; 4°.

nrichs, Gustavus, The School Laboratory of Physical Science. Vol. I, Nr. 1; Vol. II, Nr. 1. Iowa-City, Iowa, 1871 & 1872; 8°. — The Elements of Physics. Davenport, Iowa, Leipzig, 1870; 8°. — The Elements of Chemistry and Mineralogy. Davenport, Iowa, Leipzig, 1870; 8°. — The Method of quantitative Induction in Physical Science. Davenport, Iowa, Leipzig, 1872; 8°. — Biographical Sketch of Wilhelm von Haidinger. Davenport, Iowa, 1872; 8°.

tituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo II, Serie IV^a, Disp. 7^a—8^a. Venezia, 1872—73; 8°.

urnal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band VII, 9. & 10. Heft. Leipzig, 1873; 8°.

ındbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 24. Graz, 1873; 4°.

ittheilungen, Mineralogische, gesammelt von G. Tschermak. Jahrgang 1873, Heft 3. Wien; 4°.

- aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873, Heft XI. Gotha; 4°.

ature. Nrs. 212—213, Vol. IX. London, 1873; 4°.

sservatorio del R. Collegio Carlo Alberti in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VIII, Nr. 6. Torino, 1873; 4°.

eichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1873. XXIII. Band, Nr. 3. Wien; 4°. — Verhandlungen. Jahrgang 1873, Nr. 12—14. Wien; 4°.

eichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXIII. Band, Jahrg. 1873, December-Heft. Wien; 8°.

evista de Portugal e Brazil. Nr. 3. Lissabon, 1873; 4°.

Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger." IIIe Année, 2e Série, Nrs. 20—22. Paris, 1873; 4°.

Société Nationale des Sciences naturelles de Cherbourg: Mémoires. Tome XVII (2e Série, Tome VII). Paris & Cherbourg, 1873; 8º. — Catalogue de la Bibliothèque de la Société. IIe Partie, 1re Livraison. Cherbourg, 1873; 8º.

— Botanique de France: Bulletin. Tome XXe. 1873. Comptes rendus des séances. 2. Paris, 1873; 8º.

Society, The American Philosophical: Proceedings. Vol. XII, Nrs. 88—89. Philadelphia, 1872; 8º.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 47—48. Wien. 1873; 4º.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang, 14. Heft. Wien, 1873; 4º.

Bestimmung der Temperatur, bei welcher das Wasser ein Maximum seiner Dichtigkeit hat.

Von F. Exner.

Es hatte die vorliegende Arbeit ursprünglich den Zweck einer längeren, in Gemeinschaft mit Herrn Prof. Kundt auszuführenden Untersuchung als Ausgangspunkt zu dienen; da letztere bisher aus mancherlei Ursachen unterbleiben musste, mag es gerechtfertigt erscheinen, wenn ich vorläufig die nach einer neuen Methode ausgeführte genaue Bestimmung der Temperatur, bei welcher das Wasser ein Maximum seiner Dichte hat, im Nachfolgenden mittheile.

Die bisher in Anwendung gebrachten Methoden zur Bestimmung dieser Temperatur, und die mit denselben erhaltenen Resultate waren in Kürze die folgenden:

I. Das von De Luc zuerst angewendete Princip des Wasserthermometers, wobei also das Wasser selbst seine Volumsänderung bei Änderung der Temperatur anzeigt; diese Methode, deren Schwierigkeit hauptsächlich in der Bestimmung der cubischen Ausdehnung des Thermometergefässes besteht, wurde ausser von De Luc selbst, auch noch von Depretz [1], in etwas geänderter Form (Dilatometer) von Kopp [2], von Plücker und Geissler [3] (compensirtes Wasserthermometer), von Pierre [4], von Neumann [5] zur Untersuchung des Meerwassers, und von Rossetti [6], ebenfalls mit einigen Modificationen, benützt. Die

---

[1] Ann. d. Chem. et d. Phys. (1) LXX.

[2] Pogg. Ann. LXXII.

[3] Pogg. Ann. LXXXVI.

[4] Ann. d. Chem. et d. Phys. (3) XIII.

[5] Pogg. Ann. CXIII.

[6] Pogg. Ann. Erg. B. V.

Resultate, welche Depretz nach dieser Methode als Mittel aus zahlreichen Versuchsreihen erhielt, lagen zwischen 3°96 und 4°02; Kopp erhielt als Mittel 4°08, Plücker und Geissler 3°80, Pierre 3°46—4°04 und Rossetti 4°07.

II. Hallström [1] versuchte das Dichtigkeitsmaximum des Wassers direct durch die Ermittlung des specifischen Gewichtes desselben durch die hydrostatische Wage zu bestimmen; die Resultate, welche er nach dieser Methode erhielt, lagen zwischen den Grenzen von 3°40—4°85. Auch Ermann [2] bediente sich bei seinen Untersuchungen über das fragliche Dichtigkeitsmaximum des Meerwassers derselben Methode, nur dass er hierzu nicht die hydrostatische Wage, sondern das Aräometer verwendete.

III. Die dritte Methode endlich gründete sich auf die Beobachtung der Strömungen, welche in einem mit Wasser gefüllten cylindrischen Gefässe auftreten, wenn dasselbe von einer Temperatur oberhalb der des Dichtigkeitsmaximums in einem Raume sich selbst überlassen erkaltet, dessen Temperatur einige Grade unter Null ist, oder wenn man den Process in umgekehrter Ordnung durch Erwärmen vor sich gehen lässt.

Rumford [3] war der Erste, welcher sich dieser Methode bediente, und zwar in der Weise, dass ein Gefäss mit Wasser von 0° von oben her erwärmt wurde; indem nun die wärmeren Schichten zu Boden sinken, so lange ihre Temperatur noch unter der des Dichtigkeitsmaximums ist, später aber obenauf schwimmen, so wird am Boden des Gefässes die Temperatur einige Zeit constant bleiben; dies ist die Temperatur des Dichtigkeitsmaximums. Hope [4] verfeinerte diese Methode in der Weise, dass er oben und unten im Gefässe je ein Thermometer anbrachte und deren Gang beobachtete; zeigten die beiden Thermometer gleiche Temperatur, dann war die gesammte Wassermasse auf dem Maximum ihrer Dichte. Ganz dasselbe Verfahren

---

[1] Pogg. Ann. I.
[2] Pogg. Ann. XII, XLI, CI.
[3] Phil. Tr. 1792.
[4] Tr. Edinb. Soc. V, 1805.

schlugen Tralles [1], Eckstrand [2] und Depretz [3] ein, nur dass letzterer die Temperatur der verschiedenen Wasserschichten nicht an zwei, sondern an vier Thermometern beobachtete; auf diese Versuche von Depretz, welche wohl als die umfassendsten und genauesten der bisherigen angesehen werden können, wird im Folgenden noch Gelegenheit sein, zurückzukommen. Joule und Playfair [4] schliesslich änderten die Methode dahin ab, dass sie nicht die Temperatur der einzelnen Wasserschichten, sondern auf passende Weise die Geschwindigkeit der Strömungen bestimmten; die Temperatur der Wassermasse für die Geschwindigkeit = 0 ist dann die Temperatur des Maximums der Dichte.

Nach dieser dritten Methode wurden die folgenden Resultate erhalten:

Rumford erhielt 3°47—4°38; Hope 3°33—4°16; Tralles 4°35 im Mittel; Eckstrand 3°6—3°9; Depretz als schliessliches Mittel aus zahlreichen einzelnen Reihen 4°00, Joule und Playfair erhielten als Mittel 3°945.

Man sieht leicht, dass die angeführten Resultate — obwohl hier durchaus nicht alle, sondern nur die zuverlässigsten und sorgfältigsten Bestimmungen in Betracht gezogen wurden — keineswegs eine genügende Übereinstimmung darbieten; es schwanken die erhaltenen Resultate nicht weniger als zwischen den Grenzen von $1^1/_2$ Graden. Und nicht nur zwischen den Resultaten der verschiedenen Beobachter stellen sich derartige Differenzen ein, sondern es stimmen auch die von ein und demselben Beobachter erhaltenen Werthe unter einander in den meisten Fällen nur sehr annähernd überein. Nur Depretz erhielt Werthe, welche im Allgemeinen sehr gut mit einander stimmten, es war daher von Interesse, auf dessen Methode näher einzugehen und sie selbst durch sorgfältige Versuche zu prüfen. Es wurde schon oben erwähnt, dass sich Depretz bei seinen Versuchen eines cylindrischen Gefässes bediente, durch

[1] Gilb. Ann. XXVII.
[2] Diss. acad. 1819.
[3] Ann. d. Ch. et d. Ph. LXX.
[4] Pogg. Ann. LXXI.

dessen Wandungen vier Thermometer so in das Innere eingeführt wurden, dass sie mit ihren Gefässen sämmtlich in der Axe desselben und von einander gleich weit ab sich befanden. Wurde das Gefäss mit Wasser von ungefähr 0°—1° Temperatur gefüllt und dann in einem Raume von gewöhnlicher Zimmertemperatur so aufgestellt, dass die Luft ringsherum frei circuliren konnte, so bestand der Versuch darin, von Minute zu Minute die Stände der vier Thermometer gleichzeitig zu notiren, und zwar so lange bis das ganze Gefäss eine Temperatur von 5°—6° angenommen hatte. Trägt man dann die vier den Thermometerangaben entsprechenden Curven graphisch auf, so sollten sie sich, wenn der Versuch vollkommen exact ginge, sämmtlich in einem Punkte schneiden, dessen Temperatur dann die Temperatur des Dichtigkeitsmaximums des Wassers wäre. Selbstverständlich wurde der Versuch auch umgekehrt gemacht, indem das Gefäss mit Wasser von einer Temperatur von ungefähr 5°—6° gefüllt und dann im Freien bei einer Temperatur unter 0° erkalten lassen wurde; der Durchschnittspunkt der vier Curven müsste dann derselben Temperatur entsprechen, wie im ersten Fall. Depretz fand nun, dass sich die vier beobachteten Curven keineswegs in einem Punkte schnitten, sondern vielmehr in Folge zahlreicher Knickungen oft 12—15 solcher Durchschnittspunkte, die einander allerdings ziemlich nahe lagen, aufwiesen. Um nun den wahren Punkt zu finden, verfuhr Depretz auf folgende Weise: Er nahm 1. das Mittel aus allen Temperaturen, bei welchen die Curven plötzlich ihre Richtung änderten, 2. das Mittel aus allen Durchschnittspunkten, 3. construirte er aus den vier beobachteten Curven eine mittlere und nahm alle Punkte, in denen diese Mittelcurve die vier primären schnitt, 4. endlich nahm er das Mittel aus diesen drei Resultaten. Es ist klar, dass, wenn man die Versuche auf diese Weise berechnet, die schliesslichen Resultate nicht viel von einander differiren können. Es erschienen daher diese Resultate als kein genügender Beweis für die Brauchbarkeit der Methode, weshalb ich Depretz's Versuche vorerst genau nach seinen Angaben wiederholte.

Ich bediente mich bei diesen Versuchen eines Gefässes von ungefähr denselben Dimensionen, wie sie Depretz anwen-

dete, und versah dasselbe in der angegebenen Weise mit vier feinen Thermometern, von denen das oberste und unterste, auf welche es ja zumeist ankömmt, Normal-Thermometer von Baudin waren. Die Curven, welche auf diese Weise erhalten wurden, verliefen im Allgemeinen mit denselben Unregelmässigkeiten, wie sie schon Depretz beobachtete, indem sie sich nicht in einem, sondern in zahlreichen Punkten schnitten. Es schien mir dies hauptsächlich auch mit dem Umstande zusammenzuhängen, dass die Thermometer, wenn sie auch noch so empfindlich sind, jedenfalls stets in ihren Angaben merklich zurückbleiben; diese Vermuthung bestätigte sich auch vollkommen durch die verschiedenen Resultate, welche man erhält, je nachdem man den Versuch durch Abkühlung oder durch Erwärmung macht. Im ersten Falle wird das Mittel aus allen Durchschnittspunkten eine zu hohe, im letzteren dagegen eine zu niedere Temperatur aufweisen. Dies ist auch in der That und zwar in sehr merklicher Weise der Fall; einige Beispiele werden dies klar machen. Indem ich nur die wirklichen Durchschnittspunkte der Curven als giltig ansah, ohne die plötzlichen Wendungen in jeder einzelnen derselben zu berücksichtigen, ergaben sich z. B. bei einem Erwärmungsversuche folgende Temperaturen der sieben Durchschnittspunkte: 3°35, 3°40, 3°50, 3°55, 3°65, 3°67, 3°87; im Mittel = 3°570.

Ein anderer Erwärmungsversuch ergab für seine 17 Durchschnittspunkte die Temperaturen: 3°10, 3°15, 3°25, 3°35, 3°35, 3°35, 3°35, 3°45, 3°15, 3°25, 3°45, 3°70, 3°75, 3°65, 3°20, 3°30, 3°90, im Mittel = 3°394.

Ein Abkühlungsversuch ergab dagegen die Temperaturen: 4°20, 4°25, 4°25, 4°20, 4°40, 4°45, 4°50, 4°25, im Mittel = 4°312.

Ganz ähnliche Zahlen ergaben vier weitere Versuche, einer mit Erwärmung und drei mit Abkühlung, so zwar, dass aus diesen sieben Bestimmungen sich die Resultate ergaben:

Erwärmung	Abkühlung
3°570	4°312
3 394	4 795
3 455	4 806
	4 362

Diese Zahlen lassen deutlich das Nachbleiben der Thermometer, selbst wenn dieselben sehr empfindlich sind, erkennen. Könnte man annehmen, dass alle Thermometer und unter allen Umständen gleichmässig zurückbleiben, so würde das Mittel aus den Abkühlungs- und Erwärmungsversuchen der wahren Temperatur entsprechen; allein das Nichtübereinstimmen der Erwärmungsversuche einerseits und der Abkühlungsversuche andererseits unter einander zeigt schon, dass diese Annahme durchaus nicht gestattet ist. Um diesen Übelstand des Nachbleibens der Thermometer zu vermeiden, beabsichtigte ich, dieselben durch Thermoelemente von geeigneter Construction zu ersetzen.

Schon Zöppritz [1] hatte bei seinen Untersuchungen über das Verhalten des Meerwassers in der Nähe des Gefrierpunktes Thermoelemente zu Temperaturbestimmungen verwendet; doch konnte seine Methode für den vorliegenden Fall nicht in Anwendung kommen, weil sie weder hinreichende Genauigkeit darbietet, noch ein genügend rasches Experimentiren erlaubt. Ich änderte daher die Depretz'sche Methode in der Weise ab, dass ich anstatt der Thermometer oben und unten in das Versuchsgefäss je ein Thermoelement einführte und dieselben mit einem empfindlichen Galvanometer zu einem geschlossenen Stromkreise verband. Bei dieser Anordnung des Versuches wird das Galvanometer zu Beginn desselben einen Ausschlag nach der einen oder nach der anderen Richtung vom Nullpunkte anzeigen, entsprechend der Temperaturdifferenz zwischen den oberen und unteren Wasserschichten im Gefässe, dieser Ausschlag wird sich im Laufe des Versuches vermindern, auf Null sinken in dem Momente, wo die Temperatur oben und unten gleich, das Wasser also auf dem Maximum seiner Dichte ist, und dann nach der entgegengesetzten Seite zu beständig wachsen. Dieser Gang des Galvanometers ist ein sehr regelmässiger und es handelt sich nur darum, in dem Momente, in welchem es seinen Nullpunkt passirt, die Temperatur der Wassermasse zu bestimmen.

[1] Pogg. Ann. Erg. Bd. V.

Hierzu wendete ich die folgende Methode an. Es ward ein zweiter geschlossener Kreis aus zwei Thermoelementen und einem Galvanometer so gebildet, dass sich das eine Thermoelement desselben gleichfalls im Versuchsgefässe, und zwar möglichst nahe dem unteren oder dem oberen Thermoelemente, gleichgiltig welchem, des ersten Schliessungskreises befand; das zweite Thermoelement befand sich ausserhalb des Versuchsgefässes, in einem zweiten Gefäss, dessen Einrichtung weiter unten beschrieben werden soll, und konnte in demselben während der Dauer des Versuches auf einer beliebigen aber constanten Temperatur, in der Nähe von +4°, gehalten werden. Die Temperatur selbst wurde an einem mit dem Thermoelemente verbundenen Thermometer abgelesen. Es wurden nun beide Galvanometer gleichzeitig beobachtet — natürlich von zwei Beobachtern — und der Ausschlag des zweiten Galvanometers, welches das Thermoelement von constanter Temperatur in seinem Schliessungskreise enthielt, in dem Momente notirt, in welchem das erste durch seinen Nullpunkt ging, das Wasser im Versuchsgefässe also die Temperatur des Dichtigkeitsmaximums hatte. Dieser Ausschlag ist aber die Folge von der Temperaturdifferenz, welche die beiden Thermoelemente, das im Gefässe befindliche und das von constanter Temperatur, haben; er wäre gleich Null, wenn die constante Temperatur so regulirt wäre, dass sie genau gleich wäre der Temperatur des Dichtigkeitsmaximums des Wassers. Ist sie aber während eines Versuches niedriger oder höher als dieselbe, so wird dem entsprechend auch der notirte Ausschlag des zweiten Galvanometers im positiven oder negativen Sinne ausfallen. Richtet man nun die Versuche so ein, dass man mit der constanten Temperatur bald ober-, bald unterhalb der gesuchten Temperatur des Dichtigkeitsmaximums ist, so lässt sich aus den auf diese Weise erhaltenen, bald positiven, bald negativen Ausschlägen des zweiten Galvanometers die gesuchte Temperatur selbst leicht ermitteln. Trägt man nämlich als Abscissen die Temperaturen, als Ordinaten die zugehörigen Ausschläge des zweiten Galvanometers auf, so erhält man eben so viele Punkte einer Curve, als man Versuche anstellt, und es werden diese Punkte entweder ober- oder unterhalb der Ab-

scissenaxe liegen, je nachdem die Ausschläge des zweiten Galvanometers positiv oder negativ, die constante Temperatur des einen Thermoelementes also höher oder niedriger als die Temperatur des Dichtigkeitsmaximums war. Die so erhaltene Curve wird offenbar eine gerade Linie sein müssen, denn da die verschiedenen constanten Temperaturen, die im Laufe der Versuche überhaupt angewendet wurden, stets innerhalb des Intervalles von 3°—5° lagen, so können auch die dadurch erzeugten Thermoströme und die Ausschläge des zweiten Galvanometers den jeweiligen Temperaturdifferenzen der beiden Thermoelemente proportional gesetzt werden. Es müssten also, wenn die Versuche vollkommen exact gingen, sämmtliche Punkte auf derselben Geraden liegen; diejenige Temperatur nun, welche dem Durchschnittspunkte dieser Geraden mit der Abscissenaxe entspricht, wäre offenbar die gesuchte, denn für diesen Punkt ist ja die Ordinate, mithin der Ausschlag des zweiten Galvanometers, gleich Null, d. h. könnte man die eine Thermostelle gerade auf dieser Temperatur constant halten, so würde das zweite Galvanometer in dem Momente, wo das erste seine Ruhelage passirt, ebenfalls auf seinem Nullpunkte sein, was beweist, dass in diesem Momente die Temperatur im Versuchsgefässe gleich ist der constanten Temperatur. Letztere wäre somit die Temperatur, bei welcher das Wasser ein Maximum seiner Dichte besitzt.

Bei Ausführung der Versuche nach dieser im Principe sehr einfachen Methode war das Hauptaugenmerk besonders auf zwei Dinge zu richten. Erstens musste dafür gesorgt werden, dass die verwendeten Thermoelemente ihrem Zwecke, nämlich das Zurückbleiben ihrer Angaben zu verhüten, entsprächen, und zweitens musste eine geeignete Vorrichtung ersonnen werden, um das eine Thermoelement stets auf einer beliebigen constanten Temperatur zwischen 3° und 5° zu halten. Was die erste der beiden Schwierigkeiten anlangt, so war dieselbe leicht zu beheben; ich bediente mich als Thermoelemente je einer Löthstelle von 0·5 Mm. dickem Platin- und Eisendraht, welche an ihren Enden, bevor sie aneinander gelöthet wurden, flach gehämmert und nach dem Löthen zu einer feinen Spitze zugeschnitten wurden. Wie die nachfolgend mitgetheilten Beob-

achtungen zeigen werden, entsprachen diese Thermoelemente vollkommen ihrem Zwecke.

Was zweitens die Herstellung eines Gefässes mit beliebiger constanter Temperatur anlangt, so wurde dieselbe, allerdings nicht ohne vorausgegangene Schwierigkeiten, schliesslich auf folgende Weise vollkommen erreicht. In ein kugelförmiges Glasgefäss von 60 Mm. Durchmesser und engem Halse ward durch einen fest schliessenden Kork ein feines Geissler'sches Thermometer mit sehr kleinem Gefässe und Theilung in $^1/_{10}$ Grade, dessen Correction vorher sorgfältig ermittelt war, mit seinem Gefässe bis möglichst in die Mitte der Kugel eingeführt und gleichzeitig mit demselben das Thermoelement, welches für die constante Temperatur bestimmt war; auch wurde dafür gesorgt, dass die Löthstelle hierbei unmittelbar an das Gefäss des Thermometers zu liegen kam. Um diese Kugel kam nun ein cylindrisches Glasgefäss von 100 Mm. Durchmesser und 140 Mm. Höhe, und um dieses wieder ein zweites solches von 170 Mm. Höhe und 180 Mm. Durchmesser. Diese drei Gefässe waren mit Luft gefüllt und nach oben so an einen gemeinschaftlichen Deckel von Zinkblech befestigt, dass sie concentrisch in einander stacken, ohne sich irgend zu berühren. In dem Raume zwischen den beiden cylindrischen Glasgefässen war eine Spirale aus dünnem Neusilberdraht, um das innere Gefäss kreisend, so angebracht, dass sie, ohne die eine oder die andere Wand zu berühren, vollkommen frei hing, nur befestigt an den Deckel, durch welchen ihre beiden Enden isolirt hindurch geleitet waren. Es wurde dann dieser Deckel, der selbst wieder ein flaches Gefäss von 50 Mm. Höhe darstellte, mit den daran befestigten drei Glasgefässen auf ein viertes, noch weiteres und mit schmelzendem Eise gefülltes Gefäss möglichst dicht aufgesetzt und von oben gleichfalls mit schmelzendem Eise gefüllt. Es waren somit die drei an dem Deckel befestigten Glasgefässe allseitig von Eis umgeben, aus dem nur die beiden Drähte des Thermoelementes, die Enden der Neusilberspirale und die Thermometerscala, durch eine Blechdülle vor der unmittelbaren Berührung mit dem umgebenden Eise geschützt, herausragten. Es konnte nun die Neusilberspirale durch einen galvanischen Strom erwärmt, und so die Temperatur im inner-

sten, kugelförmigen Gefässe leicht auf jede beliebige Temperatur in der Nähe von 4° gebracht werden, indem man die Intensität des erwärmenden Stromes passend variirte. Bei den Dimensionen, welche ich in Anwendung brachte, genügten zwei Bunsen'sche Elemente mittlerer Grösse zur Herstellung einer constanten Temperatur. Es ist hierbei unbedingt nothwendig, die Dimensionen des Apparates nicht zu klein zu wählen, weil sonst locale Erwärmungen des Glases nicht zu vermeiden sind; desgleichen ist die Einschaltung eines zweiten Glasgefässes zwischen der Drahtspirale und der Kugel, welche Thermometer und Thermoelement enthält, unbedingt nothwendig, weil es sonst niemals gelingt, in dem unteren und oberen Theile des letzteren gleiche Temperatur herzustellen. Dass dies aber bei der vorliegenden Anordnung erreicht wird, davon konnte man sich leicht durch ein Auf- und Niederschieben des Thermometers in der Kugel überzeugen; es zeigen hierbei alle Theile derselben vollkommen gleiche Temperatur. Man ist auf diese Weise im Stande, die Temperatur so zu reguliren, dass der mit einem Fernrohre abgelesene Thermometerstand sich während einer halben Stunde um nichts merkliches ändert.

Nachdem so für die Herstellung einer beliebigen constanten Temperatur die geeignete Form gefunden war, hatte die Ausführung der Versuche weiter keine Schwierigkeiten, und es mögen die Resultate derselben im Nachfolgenden Platz finden.

Es wurden die Versuche theils im Winter 1869/70 in Zürich, theils im Winter 1871/72 in Würzburg angestellt; die Galvanometer, welche dabei in Verwendung kamen, waren bei den in Zürich ausgeführten Beobachtungen ein Instrument von Meyerstein und eines von Sauerwald; in Würzburg verwendete ich ein Siemen'sches Universalinstrument und ein Sauerwald'sches Galvanometer nach Magnus' Construction. Es braucht wohl nicht besonders bemerkt zu werden, dass sämmtliche Galvanometer mit Spiegelablesung versehen waren; was die Empfindlichkeit derselben anlangt, so war diese bei fünf verschiedenen Beobachtungsreihen eine verschiedene. Als mittleres Mass derselben mag gelten, dass bei den angewendeten Thermoelementen und einer Entfernung von etwa vier Metern des Fernrohres mit Scala vom Spiegel, für eine Temperaturdiffe-

renz von 0·1 Grad ein Ausschlag von 300—500 Scalatheilen (Millimeterscala) erhalten wurde.

Es wurde schon oben erwähnt, dass, wenn man die nach dieser Beobachtungsmethode erhaltenen Resultate graphisch darstellen würde, jedem Versuche ein Punkt entspräche — wobei die Galvanometerausschläge als Ordinaten, die constanten Temperaturen als Abscissen genommen sind — und es müssten bei vollkommener Präcision der Versuche diese Punkte sämmtlich in einer Geraden liegen; die Abscisse des Durchschnittspunktes dieser Geraden mit der Abscissenaxe wäre dann die gesuchte Temperatur des Dichtigkeitsmaximums des Wassers.

Es ist natürlich, dass die Punkte nicht wirklich alle genau in einer Geraden lagen, wenn auch mit sehr geringen Abweichungen davon, und es musste daher zur Ermittlung des Resultates durch die gegebenen Punkte nach den Principien der Wahrscheinlichkeitsrechnung die wahrscheinlichste Gerade gelegt, und ihr Durchschnittspunkt mit der Abscissenaxe als das gesuchte Resultat angesehen werden.

Es liefern die angestellten Versuche im Ganzen fünf von einander getrennte Beobachtungsreihen, indem nur solche Punkte als zu ein und derselben Reihe gehörig angesehen werden können, bei deren Festlegung die Constanten der Galvanometer ungeändert geblieben waren; diesen fünf Reihen entsprechen die nach obiger Weise erhaltenen Werthe:

Reihe	I (Zürich),	2	Punkte:	3°950
„	II „	8	„	3 953
„	III (Würzburg),	7	„	3 929
„	IV „	6	„	3 957
„	V „	4	„	3 942.

Man sieht, dass diese Werthe, an ganz verschiedenen Orten und mit verschiedenen Instrumenten erhalten, also jedenfalls frei von einem constanten Fehler des Apparates, sehr gut mit einander stimmen; gibt man den einzelnen Resultaten Gewichte proportional der Anzahl Punkte der entsprech[illegible] obachtungsreihe, so erhält man das schliessliche [illegible] als die Temperatur, bei welcher das Wasser ei[illegible] ner Dichte erreicht.

Um schon während der Versuche über die Brauchbarkeit und Genauigkeit der Methode einigermassen einen Überblick zu bekommen, hatte ich ein graphisches Verfahren eingeschlagen, indem ich von zu ein und derselben Beobachtungsreihe gehörigen Punkten je einen unterhalb der Abscissenaxe mit einem oberhalb derselben gelegenen durch eine gerade Linie verband und den Durchschnittspunkt derselben mit der Abscissenaxe, resp. die diesem Durchschnittspunkte zugehörige Temperatur als einzelnes Resultat betrachtete. Auf diese Weise ergaben sich aus den fünf Beobachtungsreihen 41 solcher einzelner Resultate, die der Übersichtlichkeit wegen hier nach ihrer Grösse geordnet folgen mögen:

3°885	3°935	*3°951
3·890	3·935	*3·952
3·905	3·935	3·955
3·915	*3·939	3·955
3·915	3·940	3·957
3·918	3·940	3·958
3·920	3·940	3·958
3·920	3·942	*3·959
3·922	3·942	*3·960
3·923	3·944	3·960
*3·925	3·945	3·962
3·925	3·948	3·966
3·930	3·948	*3·967
3·931	3·950	

Die grösste Abweichung dieser einzelnen Werthe unter einander beträgt nur 0°082, was jedenfalls im Vergleich mit all den früher angewendeten Methoden eine sehr befriedigende Genauigkeit zu nennen ist.

Die mit * bezeichneten Resultate wurden durch Abkühlungsversuche erhalten; man sieht, dass sie, innerhalb der Grenzen der Methode überhaupt, nicht erheblich von den übrigen, durch Erwärmungsversuche erhaltenen, abweichen, das Nachbleiben der Thermoelemente also in vollkommen genügender Weise vermieden war.

Von all den Resultaten, welche frühere Beobachter nach anderen Methoden erhielten, stimmt mit den hier gefundenen am besten die Angabe von Joule und Playfair; dieselben fanden als Temperatur des Dichtigkeitsmaximums des Wassers 3°945, also genau den aus den vorliegenden Versuchen hervorgehenden Werth; es unterliegt wohl kaum einem Zweifel, dass dieser Werth mit grosser Annäherung der Wirklichkeit entspricht.

XXIX. SITZUNG VOM 11. DECEMBER 1873.

Der Secretär theilt mit, dass Herr Professor Schmarda an die Stelle des verstorbenen Professors v. Reuss in die Adria-Commission eingetreten ist.

Derselbe legt ferner folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Zur Lehre vom Lichtsinne. II. Mittheilung: Über simultanen Lichtcontrast", vom Herrn Prof. Dr. Ew. Hering in Prag.

„Zur Geschichte des Arbeitsbegriffes", vom Herrn Prof. Dr. E. Mach in Prag.

„Über die Entstehungsweise der Kundt'schen Staubfiguren", vom Herrn Dr. V. Dvořák in Prag, eingesendet von Herrn Prof. Mach.

„Über die Untersalpetersäure und die Constitution der salpetrigsauren Salze." Vorläufige Notiz, vom Herrn Dr. Rud. Günsberg, Prof. an der k. k. technischen Akademie in Lemberg.

Herr Rud. Hoernes überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Geologischer Bau der Insel Samothrake".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

American Chimist. Vol. IV, Nr. 5. Philadelphia, 1873; 4⁰.

Baeyer, J. J., Astronomische Bestimmungen für die Europäische Gradmessung aus den Jahren 1857—1866. Leipzig, 1873; 4⁰.

Bericht, Dritter, der ständigen Commission für die Adria, betreffend die Jahre 1870 (für meteorologische Beobachtungen) und 1870—1872 (für maritime Beobachtungen). Wien, 1873; 4⁰.

— des k. k. techn. & administrat. Militär-Comité: Siehe Mittheilungen.

omptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 21. Paris, 1873; 4°.

gleston, Thomas, Catalogue of Minerals, with their Formulae and Crystalline Systems. 2d Edition. New York, 1871; 8°.

esellschaft der Wissenschaften, königl. böhmische: Sitzungsberichte. 1873. Nr. 6. Prag; 8°.

ewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 49. Wien, 1873; 4°.

aeckel, Ernst, Zur Morphologie der Infusorien. Leipzig, 1873; 8°.

andwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1873, Nr. 14. Wien; 8°.

ach, E., Optisch-akustische Versuche. Die spectrale und stroboskopische Untersuchung tönender Körper. Prag, 1873; 8°. — Zur Theorie des Gehörorgans. (Zweiter unveränderter Abdruck aus dem 48. Bande der Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathem.-naturw. Classe.) Prag, 1872; 8°.

ittheilungen des k. k. techn. & administr. Militär-Comité. Jahrgang 1873, 9. & 10. Heft, nebst „Bericht über die Thätigkeit und die Leistungen desselben im Jahre 1872. Wien, 1873; 8°.

ature. Nr. 214. Vol. IX. London, 1873; 4°.

aval Observatory, The United States: Astronomical and Meteorological Observations made during the Year 1870. Washington 1873; 4°. — Washington Observations for 1870. Appendix III & IV. Washington, 1872; 4°. — Washington Observations for 1871. Appendix II & III. Washington 1872 & 1873; 4°.

ittei, Costantino, Ricordo del Prof. G. B. Donati. Firenze, 1873; 8°.

eden, gehalten bei der feierl. Inauguration des für das Schuljahr 1873/4 gewählten Rectors der k. k. technischen Hochschule Dr. Victor Pierre am 10. October 1873. Wien, 1873; 8°.

port of the Commissioner of Agriculture for the Year 1871. Washington, 1872; 8°.

Report Annual, of the Commissioner of Patents for the Year 1869 (III Vols.), 1870 (II Vols.), 1871 (II Vols.). Washington, 1871—1872; 8°.

Reports, Monthly, of the Department of Agriculture for the Year 1872. Washington, 1873; 8°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger.“ III° Année, 2me Série, Nr. 23. Paris, 1873; 4°.

Ross, A. M., The Canadian Ornithologist: A Monthly Record of Information relating to Canadian Ornithology. Vol. I, Nr. 1. Toronto, 1873; 8°.

Smithsonian Institution: Smithsonian Contributions to Knowledge. Vol. XVIII. City of Washington, 1873; 4°.

Société Géologique de France: Bulletin. 2me Série. Tome XXIX, Nr. 8. Paris, 1872; 8°.

Society, The Royal Geographical, of London: Journal. Vol. XLII. 1872. London; 8°. — Proceedings. Vol. XVII, Nrs. 3—5. London, 1873; 8°.

Surgeon General's Office: The Medical and Surgical History of the War of the Rebellion (1861—65). (2 Vols.) Washington, 1870; 4°.

War Department of the United States of North America: Daily Bulletin of Weather-Reports, Signal-Service United States Army, for the Month of September, 1872. Washington, 1873; 4°.

Wechniakoff, Théodore, Troisième section des recherches sur les conditions anthropologiques de la production scientifique et esthétique. Paris, 1873; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 49. Wien, 1873; 4°.

Zur Geschichte des Arbeitbegriffes.

Von **E. Mach.**

1.

Bevor Galilei den Grund zur modernen Dynamik legte, indem er die bekannte Abhängigkeit der Endgeschwindigkeit von der Fallzeit annahm und diese Annahme durch das Experiment prüfte, beschäftigte er sich mit einem andern Gedanken. Er versuchte, durch die Annahme, dass die Endgeschwindigkeit proportional dem Fallraum sei, sich über die Fallphänomene Aufklärung zu verschaffen. Hiebei verwickelte er sich durch Fehlschlüsse in Widersprüche und gab die ganze Annahme auf.

Dieser Umstand, welcher in historischen Darstellungen immer nur leichthin berührt wird, scheint mir nun von der höchsten Wichtigkeit, indem er über die ganze heutige Stellung des Arbeitbegriffes zu den übrigen dynamischen Begriffen Aufschluss gibt.

Nachdem die erwähnte Annahme aufgestellt ist, heisst es bei Galilei, de motu naturaliter accelerato:

„Salv. E pur son tanto false, e impossibili, quanto che il moto si faccia in un instante. Ed eccovene chiarissima dimostrazione. Quando le velocità hanno la medesima proporzione, che gli spazj passati, o da passarsi, tali spazj vengono passati in tempi eguali; se dunque le velocità, colle quali il cadente passò lo spazio di quattro braccia, furon doppie delle velocità, colle quali passò le due prime braccia (siccome lo spazio è doppio dello spazio) adunque i tempi di tali passaggi sono eguali; ma passare il medesimo mobile le quattro braccia, e le due nel-l'istesso tempo non può aver luogo fuor che nel moto instantaneo; ma noi vediamo, che il grave cadente fa suo moto in tempo, ed in minore passa le due braccia, che le quattro; adunque è falso, che la velocità sua cresca come lo spazio."

aber geht aus dem Zusammenfliessen der beiden ersterwähnten Ströme, deren Unabhängigkeit nun nicht mehr unterschieden wird, mannigfache Verwirrung hervor. Doch lassen sich die Elemente beider immer noch auffinden und wir sehen z. B. wie in neuerer Zeit die Galilei-Huyghens'schen Anschauungen von der Poncelet'schen, die Galilei-Newton'schen von der Poinsot'schen Schule mit Vorliebe cultivirt werden.

2.

Betrachten wir zuerst Newton. Bei Newton finden wir drei Grundgesetze der Dynamik, den Satz der Trägheit, den Satz der Zusammensetzung der Bewegungen und der Kräfte, und endlich den Satz der Gleichheit von Druck und Gegendruck. Die beiden erstern Sätze rühren von Galilei her und lassen sich in die eine Bemerkung zusammenfassen, dass die Körper sich von einander unabhängige Beschleunigungen ertheilen. Der Satz der Gegenwirkung ist von Huyghens zwar anticipirt, aber nirgends so klar und allgemein formulirt wie bei Newton.

Die Hauptleistung Newton's besteht also in der klaren Aufstellung des Gegenwirkungsprincipes, welches nöthig wurde, sobald man von den dynamischen Phänomenen einer einzigen Masse zu jenen eines Systems von Massen übergehen wollte.

Dasselbe lautet:

„Lex III. Actioni contrariam semper et aequalem esse reactionem: sive corporum duorum actiones in se mutuo semper esse aequales et in partes contrarias dirigi."

In dem darauf folgenden Scholium führt Newton Wallis, Wren und Huyghens als Vorgänger an und erwähnt, dass Wren durch den Zusammenstoss von Pendeln den Satz bewiesen habe. Newton selbst zeigt durch den Versuch, dass zwei auf Wasser nebeneinander schwimmende Gefässe, von welchen das eine einen Magnet, das andere ein Stück Eisen enthält, sich durch ihre Gegenwirkung nicht bewegen, und überlegt, dass irgend zwei sich anziehende Körper, zwischen welche ein Hinderniss gelegt wird, einen festen aus eigenem Antriebe nach irgend einer Richtung bewegten Körper vorstellen würden, wenn das Gegenwirkungsprincip nicht bestünde. Auch

die Erde könnte man sich durch irgend eine Ebene getheilt denken und sie müsste sich bei aufgehobenem Gegenwirkungsprincip nach irgend einer Richtung aus freiem Antrieb bewegen. Das Fehlen des Gegenwirkungsprincipes wäre also mit vollständiger Regellosigkeit identisch.

Man sieht aber leicht, dass das Gegenwirkungsprincip, so wie bisher ausgesprochen, rein statischer Natur ist und dass sich dynamisch gar nichts damit anfangen lässt. Dazu war noch ein anderer Begriff nöthig, dessen Bildung sich einstweilen vollzogen hatte. Hievon schweigen merkwürdiger Weise die historischen Darstellungen.

Galilei dachte nicht daran, dass Masse und Gewicht verschiedene Dinge seien. Auch Huyghens setzt in allen Betrachtungen die Gewichte statt der Massen, so z. B. bei der Aufsuchung des Schwingungsmittelpunktes. Auch in der Schrift „de percussione“ sagt Huyghens immer „corpus majus“ und „corpus minus“, wenn er die grössere oder kleinere Masse meint. — Die Bildung des Massebegriffs war erst möglich, als man bemerkte, dass derselbe Körper verschiedene Beschleunigungen durch die Schwere erfahren kann. Den Anlass hiezu boten zunächst die Pendelbeobachtungen von Richer (1671—1673), aus welchen Huyghens sofort die richtigen Schlüsse zog, und die Übertragung der dynamischen Gesetze auf die Himmelskörper. Die Wichtigkeit des ersten Punktes sehen wir daraus, dass Newton durch eigene Beobachtungen an Pendeln aus verschiedenem Material die Proportionalität zwischen Masse und Gewicht an demselben Orte der Erde nachgewiesen hat. (Principia. Sect. VI de motu et resistentia corporum funependulorum.) Auch bei Joh. Bernoulli tritt eine deutliche Trennung von Masse und Gewicht in der „meditatio de natura centri oscillationis“ (Opera omnia. Lausannae et Genevae. T. II. p. 168) auf und gründet sich auf die Bemerkung, dass derselbe Körper verschiedene Schwerebeschleunigungen annehmen könne.

Wenn auch bei der Art der Newton'schen Darstellung nicht genau der Weg nachgewiesen werden kann, auf dem Newton zum Massenbegriff gelangt ist, wenn er auch mehr metaphysisch als physikalisch die Masse als „quantitas materiae“ definirt, so ist es doch unzweifelhaft, dass Newton den

wahren Massebegriff hat und ihn überall in der heute gebräuchlichen Art anwendet.

Die wahre Definition der Masse als eines vom zufälligen Gewichte verschiedenen bewegungsbestimmenden Merkmals des Körpers, sowie eine Annahme, welche der Newton'schen Exposition stillschweigend als Grundlage untergeschoben zu sein scheint, habe ich bereits anderwärts angegeben. Setzt man zwei Körper A und B einander gegenüber, welche sich die Beschleunigungen φ und beziehungsweise φ' ertheilen, so kann man A als Einheit wählend die Masse von B durch $-\frac{\varphi}{\varphi'}$ definiren. Ferner nimmt man an, dass zwei Körper, die sich zu einem dritten Körper als gleiche Massen verhalten, in Bezug auf beliebige Kräfte es auch untereinander thun.

Es lässt sich nämlich nachweisen, dass, wenn es überhaupt ein solches bewegungsbestimmendes Merkmal (Masse) gibt, dies nur von der angegebenen Art sein kann, wenn nicht vollständige Gesetzlosigkeit herrschen soll. Eine ganz analoge Erkenntniss ist die Erkenntniss der chemischen Äquivalente, der Spannungsreihe der Nichtelektrolythen u. s. w. Alles dies sind Erkenntnisse von gleichem Grade der Evidenz, weshalb es keinen sonderlichen Sinn hat, die einen auf die andern zurückführen zu wollen.

Eine Erweiterung hat der Massenbegriff erfahren durch die Huyghens'sche Entdeckung des Trägheitsmomentes, welches aber bei Huyghens wie erwähnt, noch nicht ganz klar ist, und erst von Euler mit dem Namen „momentum inertiae" belegt wurde. Euler selbst hat wieder die Gleichung für das Centralellipsoid gefunden, die aber erst Poinsot lesen gelehrt hat, nachdem schon von Segner vor Euler die sogenannten Hauptaxen entdeckt waren. Diese Entwicklung des Massenbegriffs ist für uns hier weniger wichtig.

Der hier gegebene Massenbegriff macht aber das Gegenwirkungsprincip unnöthig, welches auch ohne den Massenbegriff nichts zu verrichten vermag und daher in der Dynamik nur eine Scheinfunction hat.

Dass es Massen gibt, die sich von einander unabhängige Beschleunigungen ertheilen, ist die Haupt-

erkenntniss der Galilei-Newton'schen Epoche. Sie ist das Werk des Genie's, das Übrige ist Sache der bedächtigen Arbeit.

Die erwähnte Einsicht genügt nun auch wirklich, um alle Aufgaben über freie Massen und Systeme irgend wie verbundener Massen im Princip zu lösen, wenn man nur hinreichend ins Detail der Verbindungen eingeht. Man benöthigt hiezu gar kein weiteres Hilfsprincip mehr. Wirklich hat Poinsot viele Aufgaben auf diese Weise gelöst.[1]

---

[1] Poinsot, Theorie générale de l'équilibre et du mouvement des systèmes. Éléments de statique. 10me édition. Paris 1861. p. 263.

Poinsot, La manière de ramener à la dynamique des corps libres, celle des corps qu'on suppose genés par des obstacles fixes. (Journal de Liouville, 2e Serie, T. IV. 1859.

Ich erlaube mir selbst ein Beispiel anzuführen, nach dessen Analogie sich jeder gegebene Fall behandeln lässt.

Denken wir uns ein gleichschenkliges Dreieck. Die Höhe sei a, und b die Länge der beiden gleichen Schenkel. An den Enden der Grundlinie denken wir uns die Massen M und m, am Scheitel ebenfalls die Masse m. Die Massen brauchen keine Molecüle zu sein. Es genügt, wenn sie von so geringer Ausdehnung sind, dass wir die Relativbewegung ihrer Theile vernachlässigen können. Die Masse M nehmen wir als sehr gross gegen m an.

Nehmen wir nun an, m am Scheitel erhielte senkrecht zur Grundlinie die Beschleunigung f und zwar vom Schwerpunkt des Dreieckes weg. Dann wird sofort eine kleine Entfernungsänderung von m, m, M eintreten was nach der Richtung der gleichen Dreiecksschenkel eine Beschleunigung s der Scheitelmasse zur Folge hat, welche daher nur die Beschleunigung $f - 2s\,\frac{a}{b}$ erhält. Die Beschleunigung $s\,\frac{m}{M}$ überträgt sich auf M, verschwindet aber wegen der Grösse von M.

Die Masse m an der Grundlinie erfährt ebenfalls die Beschleunigung s nach der Richtung von b, welche in σ gegen M und in $\varphi = s.\,\frac{a}{b}$ parallel f zerlegt werden kann. Erstere Componente bewirkt eine kleine Annäherung an M.

Beim ersten Angreifen von f steigert sich also s fortwährend, und diese Steigerung hört auf, wenn das Ganze in Drehung um M gerathen ist, weil dann der Grund zu weiteren Zerrungen wegfällt, wenn also vorausgesetzt, dass $\frac{a}{b}$ sehr klein ist

$$s\,.\,\frac{a}{b} = 2\left(f - 2s\,.\,\frac{a}{b}\right)$$

3.

Neben diesem Wege, auf welchem sich ein vollständiges System der Dynamik entwickelt, hat Huyghens noch einen andern Weg zur Lösung derselben Probleme entdeckt. Galilei hat schon als Hypothese angenommen, dass ein Körper vermöge der erlangten Fallgeschwindigkeit ebenso hoch steigt als er herabgefallen ist. Indem Huyghens (im horologium oscillatorium) den Satz dahin verallgemeinerte, dass der Schwerpunkt eines Systems vermöge der erlangten Fallgeschwindigkeiten ebenso hoch steigt als er herabgefallen ist, gelangte er zu dem Satz von der Äquivalenz von Arbeit und lebendiger Kraft. Die Namen für seine Rechnungsausdrücke sind freilich erst viel später hinzugekommen.

Dieses Huyghens'sche Arbeitsprincip ist nun allgemein mit Misstrauen aufgenommen worden. Man hat sich damit begnügt, die glänzenden Resultate zu acceptiren; die Ableitung derselben durch eine andere zu ersetzen, ist man stets bemüht gewesen. An dem Princip ist auch, nachdem Johann und Daniel-Bernoulli dasselbe erweitert hatten, immer mehr die Fruchtbarkeit als die Evidenz geschätzt worden.

Wir sehen, dass immer die Galilei-Newton'schen Sätze ihrer grössern Einfachheit und scheinbar grössern Evidenz wegen den Galilei-Huyghens'schen vorgezogen werden. Zur Anwendung der letzteren zwingt überhaupt nur die Noth in jenen Fällen, in welchen die Anwendung der erstern wegen der zu mühsamen Detailbetrachtung unmöglich wird. So in der Theorie der Flüssigkeitsbewegung bei Johann und Daniel Bernoulli.

Betrachten wir aber die Sache genau, so kommt dem Huyghens'schen Princip dieselbe Einfachheit und Evidenz zu, wie den früher erwähnten Sätzen. Dass (bei einem Körper) die

---

woraus also für die Beschleunigungen der Massen an der Grundlinie und am Scheitel $\frac{2f}{5}$ und $\frac{f}{5}$ folgt. Dies ist dasselbe, was jedes andere Princip der Mechanik liefert.

Geschwindigkeit durch die Fallzeit oder dass sie durch den Fallraum bestimmt sei, ist eine gleich natürliche und einfache Annahme. Die Form des Gesetzes muss in beiden Fällen durch die Erfahrung gegeben werden. Dass also $pt = mv$ oder $ps = \frac{mv^2}{2}$, ist beides als Ausgangspunkt gleich gut.

Übergeht man nun zu mehreren Massen, so bedarf man in beiden Fällen eines Schrittes von wieder ganz gleichem Grade der Sicherheit. Das Newton'sche Gegenwirkungsprincip oder der Massenbegriff rechtfertigen sich dadurch, dass mit dem Aufgeben derselben alle Regel aufhören würde. Das Gleiche ist bei dem Huyghens'schen Arbeitsprincip der Fall. Geben wir den Satz $ps + p's' + \text{—} . = \frac{mv^2}{2} + \frac{m_1 v_1^2}{2} + \text{—}$ auf, so können schwere Körper durch ihr eigenes Gewicht höher steigen, kurz es hört alle Regel der Erscheinungen auf.

Natürlich hätten sich beide Gedankenkreise viel unabhängiger von einander entwickeln können. Da sie beide fortwährend mit einander in Berührung waren, so ist es kein Wunder, dass sie ineinander geflossen sind und der Huyghens'sche weniger abgeschlossen erscheint.

Newton reicht mit den Kräften und Massen vollständig aus. Huyghens würde mit der Arbeit, der Masse und der lebendigen Kraft ebenfalls ausreichen. Da er aber den Massenbegriff noch nicht vollkommen hat, so muss derselbe bei den spätern Anwendungen dem andern Kreise entlehnt werden. Doch hätte dies auch vermieden werden können. Ist bei Newton das Massenverhältniss definirt durch das negative umgekehrte Verhältniss der durch dieselbe Kraft erzeugten Geschwindigkeiten, so würde es bei Huyghens consequent durch das umgekehrte Verhältniss der durch dieselbe Arbeit erzeugten Geschwindigkeitsquadrate definirt.

Beide Gedankenkreise betrachten die Abhängigkeit ganz verschiedener Momente derselben Erscheinung.

Die Newton'sche Betrachtung ist insofern vollständiger, als sie über die Bewegung jeder Masse Aufschluss gibt; dafür muss sie aber auch sehr ins Detail gehen. Die Huyghens'sche gibt eine Regel für das ganze System. Sie ist nur bequem, aber

dann sehr bequem, wenn die Geschwindigkeitsverhältnisse der Massen ohnehin schon bekannt sind.

Hat man die Überzeugung, dass die in ein Naturgesetz zusammengefassten Erscheinungsmerkmale richtig gewählt sind, was die Erfahrung lehren muss, und kann man nachweisen, dass das Gegentheil des Gesetzes Gesetzlosigkeit wäre, so hat das Naturgesetz die grösste Vertrauenswürdigkeit erreicht, die es erreichen kann.

4.

Hält man die Erkenntniss, dass die lebendige Kraft durch die Arbeit bestimmt sei, für ebenso ursprünglich, wie jene, dass die Bewegungsgrösse durch die Kraft und die Zeit der Wirkung bestimmt sei, so können viele Sätze der Mechanik deducirt werden, ohne dass man den Kraftbegriff anwendet. Die Deduction wird ausserdem äusserst einfach.

Fehlt für den Übergang eines Systems in alle unendlich nahen Nachbarlagen die Arbeit, das Bestimmende der lebendigen Kraft, so entsteht eine solche lebendige Kraft nicht und das System bleibt im Gleichgewicht. Dies ist der einfachste Ausdruck des Princips der virtuellen Geschwindigkeit. Das D'Alembert'sche Princip in der Lagrange'schen Fassung sagt, dass die Verbindungen keine Arbeit leisten. Natürlich ist bei beiden Sätzen die von der Zerrung der Verbindungen herrührende Verschiebung absichtlich ignorirt. Dies geht natürlich nicht mehr an, wenn die Verbindungen von der Zeit abhängen, weil dann die Veränderungen der Verbindungen nur durch Arbeiten hervorgebracht werden können, welche man also auch nicht ignoriren darf.

Man kann zwar von keiner Wissenschaft erwarten, dass sie ihren historischen Boden verlässt, wohl aber, dass sie, sobald sie zu historischem Bewusstsein gelangt, gleichberechtigte Wege auch als solche anerkennt. [1]

---

[1] Vergl. Mach, die Geschichte und die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit. Prag, Calve, 1872.

Über die Entstehungsweise der Kundt'schen Staubfiguren.

Von Dr. V. Dvořák.

(Mit 4 Holzschnitten.)

Um die Entstehung der Kundt'schen Staubrippen zu erklären, hat Stefan[1] eine ungleiche Beweglichkeit der einzelnen Staubtheile nach verschiedenen Richtungen angenommen; dieser Annahme zufolge könnten jedoch unmöglich Schichten in dem Staube entstehen, sondern blos eine einzige Staubanhäufung an jedem Ende der den Staub enthaltenden Röhre.

Übrigens sei hier gleich anfangs erwähnt, dass nie Schichten im Staube entstehen, so lange derselbe in der Flüssigkeit oder in der Luft frei schwebt; sie treten erst dann auf, wenn sich der Staub am Boden der Röhre gelagert hat und heben sich dann vom Boden aus in die Höhe. Auch kann man in einem schweren Dampf, wie schon Kundt[2] bemerkt, keine Schichten durch Tönen erzeugen; ich versuchte ebenfalls erfolglos an Natriumdampf, wobei die Luft in der tönenden, das Natrium enthaltenden Glasröhre bald gar nicht, bald mehr oder weniger verdünnt war.

Diese beiden Thatsachen lassen die Annahme Reitlinger's[3], dass die Schichten in Geissler'schen Röhren auf dieselbe Art entstehen, wie die von Abria beobachteten, als eine gewagte erscheinen.

---

[1] Sitzungsberichte 1872, V.

[2] Poggendorff's Annalen 1866, p. 517. Möglichst dicker Salnebel verschwand beim Tönen und der Salmiak setzte sich in den punkten ab.

[3] Sitzungsberichte 1863, p. 368.

Um die Kundt'schen Schichten zu erklären, genügen zwei Thatsachen; die erste ist, dass der Staub in einer Röhre immer ziemlich ungleichförmig vertheilt ist; so hat besonders die Kieselsäure eine besondere Tendenz, sich zu kleinen Flocken und Häufchen zusammenzuballen, selbst wenn man die Röhre noch so sehr hin und her wendet und schüttelt. Kundt erwähnt ebenfalls, dass es nur dann gelinge, mit Sand Rippen zu bilden, wenn derselbe ungleichförmig, mit grösseren Körnern und mit Staub vermischt sei.

Zweitens bemerkt man, dass die Staubtheilchen (sowohl im Wasser als in der Luft) um so kleinere Excursionen machen, je näher sie an der Röhrenwand liegen, ohne Zweifel zufolge der Reibung.

Fängt nun die Luft oder das Wasser zu schwingen an, so werden blos an denjenigen Stellen, wo der Staub locker genug liegt, die Staubtheile mitschwingen, während sie an den übrigen Stellen in Ruhe bleiben. Die schwingenden Staubtheile gerathen aber, wenn Stellen mit ruhenden Staubhäufchen nahe genug sind, in den Bereich derselben und bleiben in den Häufchen meistentheils hängen. Die bestehenden Unregelmässigkeiten werden dadurch sofort vergrössert und alsbald treten unregelmässig vertheilte Rippen auf.

Je stärker nun die Impulse des Mittels sind, in dem sich der Staub befindet, desto weniger Stellen werden sich finden, wo der Staub ruhig liegen bleibt; der Abstand der Rippen wird also im Mittel grösser werden; darum sind auch in verdünnter Luft die Rippenabstände verhältnissmässig kleiner als in dichterer; ebenso sind die Rippenabstände im Schwingungsbauche grösser, als nahe beim Knoten.

Ist die Bewegung des schwingenden Mittels so heftig, dass an keiner Stelle der Staub liegen bleibt (ausser etwa im Knoten), so erfüllt der aufgewirbelte Staub gleichmässig die Röhre, was auch ein Versuch von Neumann [1] bestätigt.

An den Stellen, wo mehr Staub den Boden der Röhre bedeckt, hat die Bildung einer Rippe weniger Wahrscheinlichkeit, da die vorhandenen Unregelmässigkeiten nur dann erhalten und

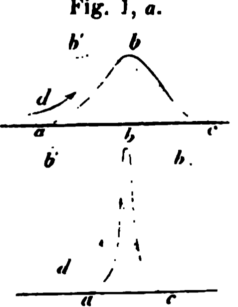
---

[1] Sitzungsberichte 1870, p. 222.

vergrössert werden, wenn sie verhältnissmässig gross sind; der Staub aber, der auf einer Staubunterlage ruht, liegt fast überall sehr locker und wird die Bewegung des Mittels leichter mitmachen als ein solcher, der unmittelbar an der Röhrenwand aufliegt. Nach den Versuchen von Kundt und Neumann ist auch der Abstand der Schichten an den Stellen, wo mehr Staub liegt, grösser.

Denken wir uns eine kleine Rippe so nahe bei einer grossen, dass ihr Abstand kleiner ist, als die Excursionen der den Gipfel der Rippe bildenden Staubtheile. Diese Excursionen sind gewöhnlich nicht viel kleiner als die des Mittels, während weiter gegen die Basis der Rippe, wie die Erfahrung zeigt, die Excursionen rasch abnehmen; die Basis selbst ist stets ruhend. Es werden sich nun die schwingenden Staubtheile von dem Gipfel der kleineren Rippe in der grossen Rippe verfangen, denn der Gipfel der grösseren Rippe liegt höher als der der kleineren. Von der grossen Rippe zur kleineren werden aber fast keine Staubtheile hinzukommen und die kleinere Rippe wird demnach bald verschwinden. Es werden sich daher zwei Rippen, deren Abstand etwas kleiner ist als die Amplitude der oberen schwingenden Staubtheile nicht lange halten können, sondern die eine wird in die andere übergehen. Man sieht deshalb, wenn man z. B. eine Pfeife nur ganz kurz anbläst, dass die Rippen beträchtlich licht liegen, während bei anhaltend fortgesetztem Blasen der ippenabstand immer breiter wird, weil sich immer mehr Rippen erlieren.

Es bleibt nur noch zu erklären, wie so sich aus den Rippen rticale Staubwände erheben. Wie zuvor wähnt wurde, schwingen die Staubilchen am Gipfel einer Rippe mit be·htlich grösseren Amplituden als die as tiefer gelegenen; es hat also die e abc (Fig. 1, a) während der gröss- Excursion nach links beiläufig den schnitt abc; geht nun die Excursion chwingenden Mittels nach rechts, so sich das Mittel an dem unteren unglichen Theil der Rippe bei d, dies



hat bei Luft eine kleine Verdichtung zur Folge, welche sich nach oben ausgleicht und einigen Staubtheilen eine kleine Bewegungscomponente nach aufwärts ertheilt; bei Wasser entsteht eine kleine Strömung nach aufwärts. Da sich der Vorgang sehr rasch wiederholt, so werden die Staubtheile nicht Zeit haben, so weit herabzusinken, als sie jedesmal gehoben werden, und die ganze Rippe wird sich heben. Noch besser einleuchtend ist diese Wirkung der Stauung dann, wenn die Rippe schon höher ist (Fig. 1, *b*); die Schichte hat (wie auch die Beobachtung lehrt) während der grössten Excursion den Querschnitt *a b′ c*; man sieht leicht, wie durch die Stauung des Mediums bei *d* der obere überhängende Theil der Rippe eine Bewegungscomponente nach aufwärts erhält.

Fig. 2.

K u n d t hat in cylindrischen, mit Lycopodium bestaubten Röhren mehrere Arten von Staubfiguren beobachtet. In Fig. 2 erklärt sich der Staubring[1] auf folgende Art: Um die Knotenstelle *k* herum am Boden der Röhre ist die Luftbewegung zu schwach, um den Staub zu bewegen; doch ist sie noch stark genug, um den Staub von oben und von den Seiten theilweise hinabzuwerfen, denn hier kommt den Luftimpulsen noch die eigene Schwere des Staubes zu Hilfe. In dem Querschnitte, der den Knoten enthält, rückt der Staub von den Seitenwänden hinab bis *a* und *a′*, und bleibt dort ruhig liegen. Nehmen wir einen anderen tiefer gelegenen Punkt *b*, so ist dort die Neigung der cylindrischen Röhrenwand kleiner; es wird daher eine etwas grössere Kraft dazu gehören, um den Staub von der Röhrenwand abzuschütteln: dieses tritt also etwas weiter vom Knoten ein, wo die Luftexcursionen schon grösser sind, etwa bei *c*. Man sieht auf diese Art leicht, dass die Grenze, bis zu welcher der Staub von den Wänden der Röhre abgeschüttelt werden kann,

[1] Dieser hat bei *d* niemals solche Rippen, deren Richtung zu den Parallelrippen der Röhre senkrecht steht, wie es bei K u n d t in seiner ersten Abhandlung, dann bei T y n d a l l („der Schall") besonders in der deutschen Ausgabe gezeichnet ist, in der zweiten Abhandlung von Kundt (Pogg. Ann. 1866, Taf. X, Fig. 5) ist am Staubring keine Rippung mehr gezeichnet.

einen im allgemeinen elliptischen Ring bilden wird, jedoch nur in dem Fall, dass das Pulver nur ganz wenig an der Röhrenwand haftet, so dass seine eigene Schwere gegen seine Adhäsion nicht zu vernachlässigen ist, denn sonst hätte die Neigung der Röhrenwand auf das Haften des Pulvers an derselben keinen Einfluss.

Fig. 3.



Fig. 3, die ebenfalls Kundt als eine besondere Art von Staubfiguren anführt, reducirt sich auf (Fig. 2) und entsteht, wie ich mich überzeugt habe, dann, wenn der Staub in der Röhre einseitig vertheilt ist.

Fig. 4.



Fig. 5 bildet sich dann, wenn die Luftbewegung zu heftig ist; der Staub wird aufgewirbelt und bleibt, sobald er auf einen Knoten kommt, dort liegen.

Es gibt noch andere Modificationen bei Staubfiguren, die sich auf ähnliche Art wie die angeführten erklären lassen. Kundt spricht die Ansicht aus, dass die von ihm an Flammen beobachteten Schichten den Staubrippen analog sind; nach den Untersuchungen des Hrn. Prof. E. Mach[1] über die Flammen in Pfeifen ist natürlich an diese Analogie nicht mehr zu denken.

Schliesslich will ich noch bemerken, dass man mit kleinen Schroten im Wasser auch eine Art Rippen erzeugen kann. Ich gab in eine mit Wasser gefüllte Röhre von rechteckigem Querschnitte auf den oberen horizontal gestellten Boden so viel kleine Schrote, dass etwa ein Drittel der Bodenfläche mit ihnen bedeckt war; die Schrote waren sehr schön gleichmässig und kugelförmig. Die nach aufwärts gerichteten Enden der Röhre waren rund und mit verstöpselten Stücken von einem dicken Kautschukschlauche versehen; oben war die Röhre durch Glas verschlossen. Durch taktmässiges Drücken des einen Schlauchstückes gerieth das Wasser und die Schrote, wo sie nicht dicht zusammenlagen, in Oscillation; die Stellen, wo die Schrote dicht lagen, bildeten die Grundlage für die Rippenbildung. Mit einiger Übung erhält man zuweilen ziemlich regelmässige Schichten.

---

[1] Optisch-akustische Versuche. Prag 1873. Calve.

Auch erhielt ich in einer mit Wasser gefüllten Glasröhre, die durch Reiben mit einem nassen Tuch zum Tönen gebracht wurde, Rippen, zuweilen von einer solchen Feinheit, dass sie kaum mit freiem Auge von einander zu unterscheiden waren. Zur Erzeugung der Schichten wurde aufgeweichtes Schiesspulver angewandt, welches jede Art von Schichten, selbst die feinsten besonders gut zu zeigen vermag.

Sämmtliche Versuche wurden im physikalischen Laboratorium der Prager Universität ausgeführt.

XXX. SITZUNG VOM 18. DECEMBER 1873.

Der Präsident gibt Nachricht von dem am 14. December erfolgten Ableben des ausländischen correspondirenden Mitgliedes, des Herrn Louis Agassiz.

Sämmtliche Anwesende geben ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Zur Lehre vom Lichtsinne. III. Mittheilung: Über simultane Lichtinduction und über successiven Contrast“, vom Herrn Prof. Dr. Ew. Hering in Prag.

„Über Reflexe auf die Athmung, welche bei der Zufuhr einiger flüchtiger Substanzen zu den unterhalb des Kehlkopfes gelegenen Luftwegen ausgelöst werden“, vom Herrn Prof. Dr. Ph. Knoll in Prag.

„Untersuchungen über Tasthaare“. III., vom Herrn M. J. Dietl, Assistenten am physiologischen Institute in Innsbruck.

„Über die Construction der einander eingeschriebenen Linien zweiter Ordnung. II. Den Kegelschnitten eingeschriebene Kreise“, vom Herrn Prof. Rud. Niemtschik in Wien.

Herr Dr. Leop. Jos. Fitzinger überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Die Gattungen der Familie der Hirsche *(Cervi)* nach ihrer natürlichen Verwandtschaft.“

Herr Prof. Dr. S. L. Schenk legt eine Abhandlung: „Die Eier von *raja quadrimaculata* (Bonap.) innerhalb der Eileiter“, vor.

Herr Dr. J. Nowak übergibt eine von ihm gemeinschaftlich mit Herrn Dr. Kratschmer verfasste Abhandlung: „Über die Phosphorsäure als Reagens auf Alkaloide“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia, R., delle Scienze di Torino: Atti. Vol. VIII. Disp. 1ª—6ª. Torino, 1872/3; 8º.

Alpen-Verein, österr.: Jahrbuch. 9. Band. Wien, 1873; 8º.

Anales del Observatorio de marina de San Fernando. Seccion 2ª. Observaciones meteorológicas. Año 1871. San Fernando; 4º.

Annalen der Chemie & Pharmacie, von Wöhler, Kopp, Erlenmeyer & Volhard. N. R. Band 94, Heft 1 & 2. Leipzig & Heidelberg, 1873; 8º.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 35. Wien, 1873; 8º.

Arbeiten des kais. botan. Gartens zu St. Petersburg. Band II, 2. Lieferung. St. Petersburg, 1873; 8º. (Russisch.)

Astronomische Nachrichten. Nr. 1966—1968 (Bd. 82. 22—24.) Kiel, 1873; 4º.

Bericht über die Verhandlungen des internationalen Meteorologen-Congresses zu Wien. (2.—16. Sept. 1873). Wien, 1873; 4º.

Bořický, Em., Petrographische Studien an den Basaltgesteinen Böhmens. (Die Arbeiten der geologischen Abtheilung der Landesdurchforschung von Böhmen. II. Theil.) Prag, 1873; 4º.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 22. Paris, 1873; 4º.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 50. Wien, 1873; 4º.

Ilyenkow, P. A., Notice sur la composition chimique du Tschernozème. St.-Pétersbourg, 1873; 4º.

Jena, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1872/3. 4º & 8º.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 25. Graz, 1873; 4º.

Moniteur scientifique du Dteur Quesneville. 384ª Livraison. Paris, 1873; 4º.

Museums-Verein in Bregenz: XIII. Rechenschafts-Bericht. Bregenz, 1873; 4º.

Nature. Nr. 215, Vol. IX. London, 1873; 4º.

Regel, E., *Descriptiones plantarum novarum in regionibus Turkestanicis a cl. viris Fedjenko, Korobkow, Kuschakewicz et Krause collectis etc. Petropoli, 1873; 8º.*

Revista de Portugal e Brazil. Nr. 4. Novembro de 1873. Lisboa; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". IIIe Année, 2me Série, Nr. 24. Paris, 1873; 4°.

Schultz, Alexandre, Notice sur les pêcheries et la chasse aux phoques dans la Mer Blanche, l'Océan Glacial et la Mer Caspienne. St.-Pétersbourg, 1873; 4°.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. 1873. Disp. 7^{a} & 8^{a}. Palermo; 4°.

Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux: Mémoires et Bulletins. 1873, 1er & 2me Fascicules. Bordeaux; 8°.

Society, The Royal, of London: Philosophical Transactions for the Year 1872. Vol. 162, Part II. London; 4°. — Proceedings. Vol. XXI, Nrs. 139—145. London, 1872—73; 8°. — List of Members. November 1872. 4°.

Socoloff, Nicolas, Analyses de quelques espèces de champignons comestibles. St.-Pétersbourg, 1873; 4°.

Soudakévicz, Théodore, Notice sur le progrès de la pisciculture en Russie. St.-Pétersbourg, 1873; 4°.

Tübingen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1871/2. 4° & 8°.

Werekha, P. N., Notice sur les forêts et leurs produits en rapport avec la superficie totale du territoire et avec la population. St.-Pétersbourg, 1873; 4°.

Weschniakoff, W., Notice sur l'état actuel de l'industrie domestique en Russie. St.-Pétersbourg, 1873; 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 50. Wien, 1873; 4°.

Yermolow, Al. S., Recherches sur les gisements de phosphate de chaux fossile en Russie. St -Pétersbourg, 1873; 4°.

Zaviziano, Costantino, Corografia preistorica. Appendice al II^{do} volume sugli avvenimenti preistorici. Napoli, 1873; 8°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIV. Jahrgang. 15. Heft. Wien, 1873; 4°.

Über die Untersalpetersäure und die Constitution der salpetrigsauren Salze.

Von Dr. **Rudolf Günsberg,**

Professor der chemischen Technologie an der k. k. technischen Akademie in Lemberg.

Vorläufige Notiz.

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. December 1873.)

Bei dem Umstande, dass Stickoxyd, Salpetrigesäure und Salpetersäure so leicht in Untersalpetersäure übergehen, dass die Untersalpetersäure in bestimmten Formen krystallisirt, in der Hitze am beständigsten sich zeigt, und mit organischen Radicalen an die Stelle der Elemente: Chlor, Brom, Jod, Wasserstoff, in Verbindung tritt, muss es doch als höchst auffallend erscheinen, dass die Untersalpetersäure zu den Metallen gar keine Verwandtschaft zeigen und ihr die Fähigkeit, mit den Metallen Verbindungen einzugehen, gänzlich mangeln sollte.

Die Thatsache, dass bei dem Zusammenbringen der Untersalpetersäure mit Metalloxyden in wässeriger Lösung Gemenge von Nitraten und Nitriten gebildet werden, hat noch bis jetzt keine Aufklärung gefunden, und die ausgezeichneten Chemiker, welche sich mit dem Studium der Verbindungen des Stickstoffes mit dem Sauerstoff befasst haben, waren auch deshalb in Bezug auf die Constitution der Untersalpetersäure völlig im Unklaren. Berzelius bezeichnete diesen Körper zuerst als salpetrige Salpetersäure, später als salpetersaures Stickoxyd; Fritzsche als salpetersaure Salpetrigesäure; Peligot suchte die Existenz untersalpetersaurer Salze nachzuweisen, und Exner [1] glaubte bewiesen zu haben, dass die Untersalpetersäure, deren Molekül als N_2O_4 angenommen wird, ein intermediäres Anhydrid der Salpetersäure und salpetrigen Säure sei.

Nach einem eingehenden Studium und einer sorgfältigen Zusammenstellung aller bis jetzt in Bezug auf die Bildungs-

[1] Sitzungsberichte der Akademie. Bd. 65, S. 120.

weise und die Eigenschaften der Untersalpetersäure, salpetrigen Säure und der Nitrite bekannten Thatsachen war es mir nicht möglich, den Grund einzusehen, welcher die gegenwärtig herrschende Ansicht über die Constitution der Untersalpetersäure und der Nitrite rechtfertigen könnte. Die einzige Thatsache, welche zu einer solchen Auffassung Veranlassung gab, ist offenbar die Existenz des Salpetrigsäure-Anhydrids, welches von Fritzsche [1] und in neuerer Zeit von Hasenbach [2] dargestellt und dessen Zusammensetzung N_2O_3 gefunden wurde. So weit jedoch meine Versuche mit dieser Verbindung, welche ich sowohl nach der Methode von Fritzsche, als der von Hasenbach dargestellt habe, schon bis jetzt reichen, erscheint es mir höchst zweifelhaft, dass diese Verbindung wirklich Salpetrigsäure-Anhydrid sei.

Die blaue Flüssigkeit, welche nach der Methode von Fritzsche oder von Hasenbach erhalten wird, besitzt keine einzige Eigenschaft, welche sie als ein Säure-Anhydrid besonders charakterisiren könnte. Die charakteristische Eigenschaft der Anhydride, mit Wasser sich zu einer Säure umzusetzen, scheint Fritzsche's blaue Verbindung nicht zu besitzen, bei niederer Temperatur sinkt diese Flüssigkeit in Wasser zu Boden, ohne dass irgend eine Umsetzung mit dem Wasser sichtbar wäre; bei dem gelindesten Erwärmen findet schon Zersetzung in Stickoxyd und Untersalpetersäure statt. In sehr viel stark abgekühltem Wasser löst sich diese Verbindung mit blauer Farbe auf, indessen berechtigt diese Erscheinung keineswegs zu der Annahme, dass sich dabei ein Säurehydrat bildet; vielmehr scheint hier eine einfache Lösung stattzufinden, für welche Annahme gerade auch die blaue Farbe dieser Lösung spricht, denn da die Nitrite farblose Verbindungen sind, so dürfte auch das Anhydrid bei seiner Umsetzung mit Wasser zu einer Hydrosäure wenn nicht ganz, so doch wenigstens theilweise sich entfärben.

Als ich mit der blauen Flüssigkeit von Fritsche bei niederer Temperatur fein vertheiltes Silber zusammenbrachte, erhielt

[1] Journ. f. prakt. Chemie. Bd. 53, S. 86.
[2] Journ. f. prakt. Chemie. Bd. 112 (n. F. 4), S. 7.

ich bei 0° einen Rückstand, aus welchem kochendes Wasser Silbernitrit auszog, eine Erscheinung, welche mit den Eigenschaften der Säure-Anhydride nicht gut in Einklang zu bringen ist.

Alle Erscheinungen, welche bis jetzt bei der Bildung und den Umsetzungen der Oxydationsstufen des Stickstoffes unter einander mit Wasser und mit Metalloxyden, beobachtet wurden, lassen sich jedoch vollkommen erklären und in Einklang bringen, wenn man das Atomcomplex NO_2 in allen Fällen consequent als ein einwerthiges Element wirken lässt, und ihm dabei ein ähnliches Verhalten zugesteht, wie es die Elemente Chlor, Brom und Jod zeigen. Das Atomcomplex NO_2, welches sich mit organischen Radicalen zu Nitronverbindungen vereinigt, geht auch mit Metallen analoge Verbindungen ein; diese Verbindungen sind die jetzt als Nitrite bezeichneten Körper. Diese Verbindungen sind nicht vom Typus Wasser, sondern vom Typus Wasserstoff abzuleiten. Die rationelle Formel der salpetrigsauren Salze wäre nicht $\left.\begin{matrix}NO\\M\end{matrix}\right|O$, sondern $\left.\begin{matrix}NO_2\\M\end{matrix}\right|$, analog den Verbindungen $\left.\begin{matrix}Cl\\M\end{matrix}\right|$, $\left.\begin{matrix}Br\\M\end{matrix}\right|$, $\left.\begin{matrix}J\\M\end{matrix}\right|$, $\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right|$, zu schreiben.

Wird Chlor in eine wässerige Lösung von Ätzkali geleitet, so entsteht ein Gemenge von Kaliumchlorid $\left.\begin{matrix}K\\Cl\end{matrix}\right|$ und Kaliumhypochlorid $\left.\begin{matrix}K\\Cl\end{matrix}\right|O$; beim Einleiten von Untersalpetersäure in eine wässerige Kalilösung bildet sich ganz analog ein Gemenge von $\left.\begin{matrix}K\\NO_2\end{matrix}\right| + \left.\begin{matrix}K\\NO_2\end{matrix}\right|O$.

Chlor, Brom, und Jod verwandeln sich in wässeriger Lösung durch die Einwirkung des Lichtes in Wasserstoffsäuren; Chlor- und Bromwasserstoffsäure sind in wässeriger Lösung an der Luft beständig, Jodwasserstoffsäure dagegen zersetzt sich durch die Einwirkung des Sauerstoffes an der Luft unter Abscheidung von Jod. Diese Zersetzbarkeit zeigt natürlich in viel höherem Grade das Atomcomplex NO_2, welches Sauerstoff in verhältnissmässig schwach gebundenem Zustande in sich enthält. Aus diesem Grunde kann die Nitrowasserstoffsäure $\left.\begin{matrix}NO_2\\H\end{matrix}\right|$ unter gewöhnlichen Umständen nicht bestehen.

Den Vorgang bei der Zersetzung der Untersalpetersäure durch Wasser macht Fritzsche durch die Gleichung $2NO_4+5HO=HONO_5+4HO+NO_3$ anschaulich, und schreibt deshalb vor, zur Darstellung des Salpetrigsäure-Anhydrids zu 92 Theilen Untersalpetersäure 45 Theile Wasser bei —20° C. zuzusetzen, wobei jedoch unerklärt bleibt, welche Rolle die vier Atomgewichte Wasser spielen. Viel wahrscheinlicher besteht dieser Vorgang nach meiner Ansicht analog dem Vorgange bei der Bildung und Zersetzung der Jodwasserstoffsäure aus zwei aufeinander folgenden chemischen Processen nach folgenden Gleichungen:

$$\text{I.}\quad \left.\begin{matrix}NO_2\\NO_2\end{matrix}\right| + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right|O = \left.\begin{matrix}NO_2\\H\end{matrix}\right|O + \left.\begin{matrix}NO_2\\H\end{matrix}\right|.$$

$$\text{II.}\quad 2\left.\begin{matrix}NO_2\\H\end{matrix}\right| = \left.\begin{matrix}NO_2\\NO\end{matrix}\right| + \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right|O.$$

Diese Verbindung der Untersalpetersäure mit Stickoxyd ist nach meiner Ansicht die von Fritzsche und Hasenbach dargestellte als Salpetrigsäure-Anhydrid betrachtete indigblaue Flüssigkeit. Die Löslichkeit und der Bestand dieser Verbindung in einer verdünnten Salpetersäure scheint ausser von der Temperatur noch von dem Verhältniss des Wassers zur Salpetersäure abhängig zu sein; dadurch erklärt sich die Thatsache, dass Fritzsche zur Bildung und Abscheidung seiner blauen Flüssigkeit durch Zersetzung der Untersalpetersäure mit Wasser, das Verhältniss von 45 Theilen Wasser auf 92 Theile Untersalpetersäure als das beste fand.

Eben so leicht lässt sich die sonst auffallende Erscheinung erklären, warum beim Einleiten von Stickoxyd in Salpetersäure eine Säure von 1·25 spec. Gew. blau, eine von 1·35 grün und eine Säure von 1·45 spec. Gew. gelb gefärbt wird.

Hasenbach hat durch Leiten von Untersalpetersäuredampf mit Stickoxyd, Chlor, und Brom, durch eine erhitzte Verbrennungsröhre die entsprechenden Verbindungen N_2O_3, NO_2Cl, NO_2Br dargestellt; während nun Hasenbach die letzteren Verbindungen als eine Addition von Chlor und Brom mit Untersalpetersäure bezeichnet[1], ist nicht einzusehen, warum nicht

---

[1] Journal f. prakt. Chemie. Bd. 112, S. 11.

auch die blaue Flüssigkeit als eine Verbindung von Stickoxyd mit Untersalpetersäure anzusehen ist. Dass Stickoxyd dergleichen Verbindungen einzugehen vermag, beweisen die Arbeiten von Landolt[1], welcher durch Einleiten von Stickoxyd in stark abgekühltes Brom so lange als es absorbirt wurde, die Verbindung NOBr erhielt. Die blaue Verbindung zersetzt sich leicht gleich der Verbindung NOBr unter Entwicklung von NO, wobei doch viel wahrscheinlicher ein blosses Zerfallen der losen Verbindung in ihre Bestandtheile als eine Änderung in der Lage der Atome der einzelnen Bestandtheile anzunehmen ist.

Ebenso wie mit Stickoxyd geht Untersalpetersäure unter gewissen Umständen auch mit dem zweiwerthigen Atomcomplex $S''O_2$ eine Verbindung ein. Beim Durchleiten von schwefliger Säure mit Untersalpetersäuredampf durch eine erhitzte Verbrennungsröhre erhielt Hasenbach die längst bekannte Verbindung $NO_2 2SO_3 (0=8)$. Die rationelle Formel dieser Verbindung dürfte $\left.\begin{matrix}(NO_2)_2\\ S''O_2\end{matrix}\right| + SO_3$ sein, was um so wahrscheinlicher ist, als auch eine Verbindung von $\left.\begin{matrix}Cl\\ K\end{matrix}\right|$ mit SO_3 bereits längst bekannt ist. Die Zersetzung dieser Verbindung durch Wasser in Schwefelsäure, Untersalpetersäure und Stickoxyd ist dann leicht erklärlich und geschieht nach folgendem Schema:

$$\left.\begin{matrix}(NO_2)_2\\ S''O_2\end{matrix}\right| + SO_3 + 2H_2O = 2H_2SO_4 + NO_2 + NO.$$

Aus den bis jetzt bekannten Untersuchungen über die Untersalpetersäure geht hervor, dass die Molecularformel derselben N_2O_4 sein muss, nach der gegenwärtig herrschenden Ansicht muss daher die Untersalpetersäure als ein gemischtes Anhydrid der Salpetersäure und salpetrigen Säure betrachtet werden, was Exner in seiner oben citirten Abhandlung dadurch bewiesen zu haben glaubt, dass er bei der Einwirkung des sogenannten Salpetersäurechlorids auf Silbernitrit Untersalpetersäure erhalten hat. Diese Reaction scheint mir vielmehr als Beweis zu dienen, dass sowohl die Untersalpetersäure als die Nitrite dasselbe Radical NO_2 in sich enthalten. Das Molecül

[1] Annalen der Chem. u. Pharm. Bd. 116, S. 177.

der Untersalpetersäure muss natürlich $\left.\begin{matrix}NO_2\\NO_2\end{matrix}\right|$ sein, wie das des Chlors $\left.\begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\right|$ ist; die Formel des Silbernitrits ist $\left.\begin{matrix}NO_2\\Ag\end{matrix}\right|$ analog dem $\left.\begin{matrix}Cl\\Ag\end{matrix}\right|$; die natürliche Folge davon ist, dass $\left.\begin{matrix}NO_2\\Cl\end{matrix}\right| + \left.\begin{matrix}Ag\\NO_2\end{matrix}\right| = \left.\begin{matrix}Ag\\Cl\end{matrix}\right| + \begin{matrix}NO_2\\NO_2\end{matrix}$ und bei dieser Reaction daher Untersalpetersäure erhalten wird.

Die grosse Anzahl von unbekannten Verbindungen, welche Weltzien in seiner Abhandlung über die Sauerstoffverbindungen des Stickstoffes [1] anzunehmen sich veranlasst fand, reduciren sich auf wenige, wenn man in den Nitraten und Nitriten dasselbe Radical NO_2 annimmt.

Ich habe die, wie mir scheint, bis jetzt noch unbekannte Thatsache beobachtet, dass beim behutsamen Erhitzen von Silbernitrit sich anfangs reines Stickoxydgas entwickelt, während Silbernitrat unter gleichzeitiger theilweiser Abscheidung von metallischem Silber sich bildet; erst beim stärkeren Erhitzen fängt sich das Nitrat zu zersetzen an, und man erhält in der abgekühlten Condensationsröhre Untersalpetersäure. Diese Thatsache, dass Silbernitrit eben so leicht in Nitrat sich verwandelt, wie die Nitrate durch blosses Erhitzen in Nitrite übergehen, scheint mir sehr dafür zu sprechen, dass in diesen zwei Reihen von Verbindungen nicht zwei verschiedene Radicale NO_2 und NO, sondern ein und dasselbe Radical NO_2 enthalten ist. $\left.\begin{matrix}NO_2\\K\end{matrix}\right|O$ zerfällt beim Erhitzen in $\left.\begin{matrix}NO_2\\K\end{matrix}\right| + O$; $2\left.\begin{matrix}NO_2\\Ag\end{matrix}\right|$ geben beim gelinden Erhitzen $\left.\begin{matrix}NO_2\\Ag\end{matrix}\right|O + Ag + NO$.

Die Entstehung von Nitroverbindungen der Fettreihe durch die Einwirkung von Silbernitrit auf die Jodüre dieser Gruppe, wie es V. Mayer [2] dargethan hat, kann ebenfalls als Stütze der hier ausgesprochenen Ansicht über die Constitution der salpetrigsauren Salze dienen. Das Einzige, was dagegen zu sprechen scheint, ist die Existenz der salpetrigsauren Äther, welche nach Mayer auch bei der Einwirkung von $AgNO_2$ auf C_2H_5J theilweise in geringer Menge neben Nitroäthan sich

---

[1] Annalen der Chem. u. Pharm. Bd. 115, S. 226.

[2] Berliner Berichte. Bd. 5.

bildet, indessen ist die wahre Constitution dieser Verbindungen keineswegs noch festgestellt, und sind in dieser Richtung erst Versuche anzustellen, mit welchen ich eben beschäftigt bin.

So weit meine bereits begonnenen Arbeiten in dieser Richtung reichen, finde ich mich zu der Hoffnung berechtigt, dass ich zur Bekräftigung der hier ausgesprochenen Ansicht positive Reweise zu liefern im Stande sein werde, deren Veröffentlichung ich mir daher vorbehalte.

---

ber die Construction der einander eingeschriebenen Linien zweiter Ordnung.

Von Prof. R. Niemtschik.

(Mit 1 Tafel.)

II. Den Kegelschnitten eingeschriebene Kreise [1].

Da die Mittelpunkte aller Kreise, welche einem Kegel- nnitte eingeschrieben werden können, in einer Axe desselben gen, so ist der einzuschreibende Kreis bestimmt, wenn noch ie Bedingung gegeben ist.

In der vorliegenden Abhandlung werden alle jene Fälle er- ert, in welchen entweder

der Mittelpunkt, oder
der Halbmesser, oder
ein Punkt der Peripherie, oder endlich
eine Tangente des Kreises gegeben ist.

In Fig. 1 soll der Ellipse *abcd*, deren Axen *ab*, *cd* nd, aus dem Punkte *o* ein Kreis eingeschrieben werden.

a) Man betrachte die Ellipse *abcd* als einen Meridian und *ab* als Hauptaxe des Ellipsoides *F*, den Kreis als horizontale Projection eines ebenen Schnittes *e* von *F* und *ab* auch als Projectionsaxe.

Die Ebene des Schnittes *e* steht senkrecht auf der verticalen ojectionsebene. Die parallel zu *e* durch den Mittelpunkt *m* egte Ebene schneidet das Ellipsoid nach einer der *e* ähnlichen ipse *E*, deren horizontale Projection der über *cd* als Durch- sser beschriebene Kreis *cdh* und deren verticale Projection Gerade *g'mh'* vorstellt.

[1] Siehe Sitzb. II. Abth. März- und November-Heft 1873.

Die verticale Projection von e bildet eine zu $g'h'$ parallele Sehne $u'v'$, deren Mittelpunkt o' also die verticale Projection des Mittelpunktes o ist.

Nun stellt der $g'h'$ conjungirte Durchmesser $i'k'$ den geometrischen Ort der verticalen Projectionen der Mittelpunkte aller zu e parallelen Schnitte des Ellipsoides dar; folglich ist in dem Durchmesser $i'k'$ auch der Mittelpunkt o' enthalten.

Hiernach hat man zuerst den Durchmesser $i'k'$ zu bestimmen, dann $oo' \perp ab$, $u'o'v' \parallel g'h'$, $u'u$ oder $v'v \perp ab$ zu ziehen und den Kreis $ouxy$ zu beschreiben.

Die Berührungspunkte x, y des Kreises mit der Ellipse ergeben sich als Durchschnitte der beiden Linien mit der zu ab senkrechten Trace xny der Ebene e.

Da aber die Punkte x, y als Durchschnitte der Geraden xny mit der Ellipse erhalten werden können, und da der Kreis oxy durch den Mittelpunkt o und einen der Punkte x, y bestimmt ist; so bedarf es für den vorliegenden Zweck der Darstellung der Punkte u', v', u, v nicht.

Ist die Ellipse $abcd$ nicht gezeichnet, so können die Punkte g', h', i', k' und x, y auf bekannte Weise, etwa vermittelst der über ab und cd als Durchmesser beschriebenen Kreise gefunden werden.

Aus der in Fig. 2 enthaltenen Construction, in welcher $i_1mh_1 = 90°$, $qh' \parallel ri' \parallel ab$, $mk' = mi'$ ist, findet man:

$$\triangle i_1fm \cong mhh_1,$$

$$hh' = \frac{mq}{mh_1}\sqrt{\overline{mh_1}^2 - \overline{mh}^2} = \frac{b}{a}\sqrt{a^2-b^2},$$

$$tg.\ hmh' = \frac{hh'}{mh} = \frac{\sqrt{a^2-b^2}}{a},$$

$$fm = mf_1 = hh_1 = \sqrt{\overline{mh_1}^2 - \overline{mh}^2} = \sqrt{a^2-b^2}.$$

Demnach schliesst die verticale Projection $g'h'$ des Schnittes e mit der Projectionsaxe ab, also auch die Ebene e mit der horizontalen Projectionsebene einen Winkel ein, dessen Tangente gleich $\frac{\sqrt{a^2-b^2}}{a}$ ist, und bilden die Brennpunkte f, f_1 der Ellipse

abcd die horizontalen Projectionen der Endpunkte i', k' des $g'h'$ conjungirten Durchmessers.

b) Eine noch einfachere Lösung ergibt sich, wenn die Ellipse *abcd*, Fig. 3 und der Kreis *oxy* als Schnitte der Horizontalebene, beziehungsweise mit einem Rotationscylinder und einer von diesem Cylinder umhüllten Kugel betrachtet werden. — *ab* sei die Projectionsaxe.

Die Gerade *ab* stellt die horizontale Projection und die Tangente mo' des aus *a* mit dem Halbmesser $b = mc$ beschriebenen Kreises die verticale Projection der Cylinderaxe dar.

o, o' sind die Projectionen des Mittelpunktes der Kugel $oo' \perp ab$.

Der Halbmesser r des eingeschriebenen Kreises *oxy* ist gleich der einen Kathete des Dreieckes, dessen andere oo' und dessen Hypothenuse der Halbmesser b der Kugel ist; es ist also

$$r = \sqrt{b^2 - \overline{oo'}^2}.$$

Wird $o'n \perp mo'$ und $xny \perp ab$ gezogen, so ist $o'n$ die Vertical- und xy die Horizontaltrace der Ebene des Berührungskreises des Cylinders und der Kugel. Dieser Berührungskreis schneidet die horizontale Projectionsebene in den Punkten x, y, in welchen die Ellipse von dem eingeschriebenen Kreise *oxy* berührt wird. $o'u = o'v = mc = b$.

2. Der Ellipse *abcd*, Fig. 1 und 3, soll ein Kreis mit dem Halbmesser r eingeschrieben werden.

a) Nachdem die conjungirten Durchmesser $g'h'$, $i'k'$ unter der im Artik. 1 angegebenen Voraussetzung dargestellt sind, mache man $ml = r$ und ziehe die Geraden $ll' \perp ab$, $l'u' \parallel i'k'$, $u'v' \parallel g'h'$ und $o'o \perp ab$.

$u'v'$ stellt nun die verticale Projection einer Ellipse e dar, deren horizontale Projection ein der Ellipse *abcd* eingeschriebener Kreis *oxy* vom Halbmesser r ist.

Dass durch die Übertragung der Strecke *mo* nach mo_1 der Mittelpunkt o_1 eines zweiten eingeschriebenen Kre
messer r erhalten wird, ist selbstverständlich

b) Aus der im Art. 1 unter *b* besprochenen Construction folgt:

$$o'o = \sqrt{\overline{o'u}^2 - \overline{ou}^2} = \sqrt{b^2 - r^2}.$$

Es handelt sich also nur darum, in der Cylinderaxe mo' Fig. 3 einen Punkt o' zu bestimmen, welcher von der Geraden ab den Abstand $\sqrt{b^2 - r^2}$ hat, dann $o'o \perp ab$ zu ziehen und aus o einen Kreis oxy mit dem Halbmesser r zu beschreiben.

3. Es soll der Ellipse *abcd*, Fig. 3 und 4, ein Kreis eingeschrieben werden, in dessen Peripherie der gegebene Punkt *p* enthalten ist.

Diese Aufgabe wird ebenfalls auf zwei verschiedene Arten, und zwar unter den im Art. 1 *a* und *b* bezüglich der Ellipse *abcd* und des eingeschriebenen Kreises gemachten Voraussetzungen gelöst.

Wir bestimmen in Fig. 4 aus der Horizontal-Projection p und der Kreuzriss-Projection π die Vertical-Projection p' des auf dem Ellipsoide F gelegenen Punktes P. — $wpt \perp ab$, $p\pi \parallel ab$, $t\pi = tw$, $tp' = p\pi$, — und ziehen die Vertical-Projection $u'np'v'$ der Ellipse e, deren Horizontal-Projection der durch p zu beschreibende Berührungskreis pxy ist. — $mh = mc$, $hh' \parallel cd$, $u'np'v' \parallel mh'$, $xny \perp ab$.

Der zweite eingeschriebene Kreis px_1y_1 erscheint aber als Horizontal-Projection der Ellipse e_1 von F, deren Ebene mit der Zeichnungsfläche denselben Winkel wie die Ebene von e einschliesst und sie in der Geraden $x_1n_1y_1$ schneidet. Daher ist $\sphericalangle p'n_1t = p'nt$ und $tn_1 = tn$.

Liegt p in der Axe ab, so fällt p' in die Peripherie der Ellipse $abcd$.

b) Aus dem Art. 1 *b* folgt:

$$o't = \sqrt{\overline{mc}^2 - \overline{pt}^2}.$$

Da nun in Fig. 3 mc und pt bekannt sind, so kann zuerst o' und dann der Mittelpunkt o des Kreises pxy gefunden werden. Der Mittelpunkt o_1 des zweiten Kreises px_1y_1 ist o_1. — $to'_1 = to'$, $o'_1o_1 \parallel cd$, $o'n \parallel o'_1n_1 \perp mo'$.

4. Der Ellipse *abcd*, Fig. 5, sollen Kreise eingeschrieben werden, welche die gegebene Gerade *qu* berühren.

Wir schreiben der Ellipse *abcd* einen beliebigen Kreis, etwa *mct*, ein und ziehen an denselben die zu *qu* parallele Tangente *vw*.

Nun betrachten wir die Ellipse *abcd* als einen Hauptschnitt des sonst beliebigen Ellipsoides *F*, den gesuchten sowie den Kreis *mct* als horizontale Projectionen der parallelen Ellipsen *e*, *E* von *F* und *qu*, *vw* als horizontale Projectionen der parallelen Tangenten Zh, Th_1 von *e* und *E*.

Zh, Th_1 sind zugleich Tangenten der ähnlichen Ellipsen (oder Kreise) *qZu*, *vTw*, welche als Durchschnitte des Ellipsoides mit den zu der Zeichnungsfläche senkrechten Ebenen *qZu*, *vTw*, erhalten werden.

Die Kegelfläche, welche die Ellipsen *qZu*, *vTw* als Leitlinien und den Schnittpunkt *s* der Geraden *qv*, *uw* als Scheitel hat, wird von der durch die Tangenten Zh, Th_1 gelegten Ebene längs der Kante *sTZ* berührt und diese Kante schneidet die Tangente *Zh* in dem Punkte *Z*, in welchem letztere die Ellipse *e* berührt, weshalb die Projection *z* von *Z* wieder Berührungspunkt der Geraden *zh* oder *qu* mit dem gesuchten Kreise ist.

Wenn man also die Gerade *stz* und dann $zo \perp qu$ zieht, so ergibt sich *o* als Mittelpunkt des die Gerade *qu* im Punkte *z* berührenden Kreises *zxy*.

Es ist leicht einzusehen, dass

$$\frac{qz}{uq} = \frac{vt}{vw}$$

ist.

Hiernach kann *z* auch ohne Benützung des Punktes *s* gefunden werden.

Durch einen gleichen Vorgang kann vermittelst der zu *qu* parallelen zweiten Tangente v_1w_1 des Kreises *mct* der Berührungspunkt z_1 der Tangente *qu* und der Mittelpunkt o_1 des der Ellipse *abcd* eingeschriebenen Kreises $o_1x_1y_1$ bestimmt werden.

Man findet wieder:

$$\frac{uz_1}{uq} = \frac{v_1t_1}{v_1w_1}.$$

Nun ist aber $v_1t_1 = vt$ und $v_1w_1 = vw$, folglich auch:

$$uz_1 = qz$$

und

$$\frac{uz_1}{uq} = \frac{vt}{vw}.$$

Daher schneiden sich auch die Geraden qw, vu und tz_1 in einem und demselben Punkte s_1. Dieser Punkt kann nun zur Bestimmung von z_1 und z angewendet werden.

So ist auch leicht einzusehen, dass der geometrische Ort der Berührungspunkte aller der Ellipse *abcd* eingeschriebenen Kreise mit unter sich parallelen Sehnen der *abcd* eine Ellipse tzz_1 ist, welche *abcd* in den Endpunkten des, jenen Sehnen conjungirten Durchmessers berührt.

Die Ellipse tzz_1 ist die Projection der congruenten Ellipsen TZZ_1 und $\bar{T}\bar{Z}Z_1$ des Ellipsoides *F*, deren Ebenen also sich längs des genannten Durchmessers schneiden und mit der Zeichnungsfläche gleiche Winkel einschliessen.

5. In Fig. 6 soll der Parabel *afx*, deren Scheitel *a* und deren Brennpunkt *f* ist, aus dem gegebenen Punkte *o* ein Kreis eingeschrieben werden.

Macht man $on = 2.af$ und zieht senkrecht zu *af* die Gerade *xny*, bis sie die Parabel schneidet, so bilden die Durchschnitte *x*, *y* die Berührungspunkte der Parabel mit dem verlangten Kreise und daher kann dieser gezogen werden.

Ist aber die Parabel nicht gezeichnet, so kann man die Punkte *x*, *y* als Durchschnitte der Geraden *xy* und des aus dem Brennpunkte *f* mit dem Halbmesser *fo* beschriebenen Kreises *foxy* bestimmen.

Eine andere, der im Art. 1 unter *b* angeführten analoge Construction für die einer Parabel eingeschriebenen Kreise ergibt sich, wenn die Parabel und der einzuschreibende Kreis als Durchschnitte der Zeichnungsfläche, beziehungsweise mit einem Rotationskegel und einer von diesem Kegel umhüllten Kugel betrachtet werden.

6. In Fig. 6 ist *a* der Scheitel und *f* der Brennpunkt einer Parabel *afx*, welcher ein Kreis vom Halbmesser *r* eingeschrieben werden soll.

Weil die Berührungspunkte *x*, *y* von der Axe *af* den Abstand $\sqrt{r^2-p^2}$ haben, so können sie sowie der Mittelpunkt *o* des einzuschreibenden Kreises *oxy* auch ohne Zeichnung der Parabel gefunden werden.

Man zeichne das rechtwinkelige Dreieck *yno* Fig. 6 *a*, in welchem $no = p$ und $yo = r$ ist, bestimme den Durchschnittspunkt *t* der zu *yo* senkrechten Geraden *yt* mit der verlängerten *no* und übertrage $\frac{tn}{2}$ in die Fig. 6 nach *an*. Ferner mache man in Fig. 6 $no = p$, $xny \perp af$ und beschreibe aus *o* den Kreis *oxy* mit dem Halbmesser *r*.

7. Der Parabel *afx*, Fig. 7, sollen Kreise eingeschrieben werden, in deren Peripherie ein gegebener Punkt *p* enthalten ist.

Diese Aufgabe kann auf ähnliche Weise wie jene in Fig. 4 gelöst werden, wenn man die gesuchten Kreise als horizontale Projectionen der ebenen Schnitte e, e_1 des durch Drehung der Parabel *afx* erzeugt gedachten Paraboloides *F* betrachtet.

Als Projectionsaxe ist die Gerade *af* zu wählen.

Da die Mittelpunkte der verticalen Projectionen der Schnitte e, e_1 in dem Durchmesser $i'k'$ liegen, dessen Endpunkt i' der Ordinate des Brennpunktes *f* entspricht, und da die genannten verticalen Projectionen dem Durchmesser $i'k'$ conjungirte Sehnen sind, so haben letztere gegen die Axe der Parabel, sowie die Ebenen e, e_1 gegen die Zeichnungsfläche die Neigung von 45°. Daher hat man $tn = tn_1 = tp' = p\pi$, $no = n_1o_1 = p$ zu machen und aus o, o_1 die Kreise oxy, $o_1x_1y_1$, wie *oxy* in Fig. 6 zu beschreiben.

8. Die Berührungspunkte z, z_1 und die Mittelpunkte o, o_1 der der Parabel *afx* Fig. 8 einzuschreibenden Kreise können auf ähnliche Weise wie in Fig. 5 bestimmt werden.

Es besteht wieder die Proportion:

$$vt : vw = qz : qu$$

und ist auch

$$uz_1 = qz.$$

Die Berührungspunkte t, z, z_1.. aller der Parabel eingeschriebenen Kreise mit parallelen Sehnen *qu*, *vw*.. liegen in einer Parabel, welche die gegebene in dem Endpunkte des jenen Sehnen conjungirten Durchmessers berührt. Dieser Durchmesser ist offenbar zugleich die Trace der Ebenen der Parabeln $TZ\bar{Z}_1$ und $\bar{T}\bar{Z}Z_1$ des Paraboloides, deren Projection die Parabel tzz_1 vorstellt.

9. Der Hyperbel *abx*, Fig. 10, deren Scheitel *ab* und deren Asymptoten *mg*, *ml* sind, soll aus *o* ein Kreis eingeschrieben werden.

Es ist vortheilhaft, diese Aufgabe unter der Annahme durchzuführen, dass die Hyperbel und der zu construirende Kreis Schnitte eines Rotationskegels und einer von diesem umhüllten Kugel mit der Zeichnungsfläche darstellen.

Die Horizontal-Projection *ab* der Rotationsaxe sei auch die Projectionsaxe. Die Vertical-Projection von *ab* bildet also die Gerade *do'*, wenn *ad* || *mg* und *do'* || *ab* ist.

Die Asymptoten *mg*, *ml* sind zugleich die Horizontal-Umrisse des Kegels und der dieselben berührende Kreis, dessen Mittelpunkt *o*, ist der Horizontal-Umriss der umhüllten Kugel. Der Halbmesser ρ der Kugel ist daher gleich der zu *mg* senkrechten Strecke *og* und der Halbmesser des einzuschreibenden Kreises

$$r = \sqrt{\rho^2 - \overline{oo'}^2}.$$

Wo der Kreis *oxy* die horizontale Projection des Berührungskreises des Kegels und der Kugel, d. i. die zu *ab* senkrechte Gerade *gnl* schneidet, dort liegen die Berührungspunkte *x*, *y* der Hyperbel mit jenem Kreise.

10. In Fig. 9 liegt der Mittelpunkt *o* des der Hyperbel *abx* einzuschreibenden Kreises in der Verlängerung der imaginären Axe.

In diesem Falle denke man sich die Hyperbel und den Kreis als Schnitte eines windschiefen Rotations-Hyperboloides und einer von diesem umhüllten Kugel mit der Zeichnungsfläche, die Asymptoten also als horizontale Projectionen der von der Zeichnungsfläche im Abstande gleich *ma* befindlichen Erzeugenden des Hyperboloides.

Da der Mittelpunkt *o* der Kugel in der Zeichnungsfläche liegt und der Halbmesser *r* derselben gleich der Entfernung des Punktes *o* von jeder der vorhin genannten Erzeugenden ist, so ergibt sich

$$r = \sqrt{\overline{og}^2 + \overline{ma}^2},$$

wenn nämlich $og \perp mg$ gezogen ist.

Die Gerade *xgy*, welche senkrecht zu *cd* steht, ist die horizontale Projection des Berührungskreises des Hyperboloides und der Kugel und deshalb sind *x*, *y* Berührungspunkte der Hyperbel *abx* und des Kreises *oxy*.

Die im Vorstehenden behandelten Aufgaben über die einer Hyperbel einzuschreibenden Kreise können selbstverständlich auch auf ähnliche Weise wie die analogen Aufgaben im Art. 1 gelöst werden.

Es braucht wohl kaum bemerkt zu werden, dass die in den Art. 1, 5, 9 und im laufenden Artikel entwickelten Constructionen auch zur Darstellung der Normalen eines Kegelschnittes, welche durch in den Axen desselben oder in deren Verlängerung gegebene Punkte gezogen werden sollen, eine Anwendung finden können.

11. Es sollen die in der Richtung der reellen Axe *ab* enthaltenen Mittelpunkte o, o_1 der einer Hyperbel *abx*, Fig. 10, einzuschreibenden Kreise vom Halbmesser *r* gefunden werden.

Aus der im Art. 9 angegebenen Gleichung:

$$r = \sqrt{\rho^2 - \overline{\sigma o}^2}$$

erhält man:

$$\rho = \sqrt{r^2 + \overline{o'o}^2}$$

d. i. also der Abstand jedes der Mittelpunkte o, o_1 der Kreise oxy und $o_1x_1y_1$ von den Asymptoten mg, ml.

12. Es sollen die Mittelpunkte o, o_1 der Kreise vom Halbmesser r, welche beide Äste der Hyperbel abx, Fig. 9, berühren, bestimmt werden.

Aus der im Art. 10 aufgestellten Gleichung:

$$r = \sqrt{\overline{og}^2 + \overline{ma}^2}$$

ergibt sich

$$og = \sqrt{r^2 - \overline{ma}^2}$$

als Abstand jedes der Mittelpunkte o, o_1 der Kreise oxy und $o_1x_1x_1$ von den Asymptoten mg, ml.

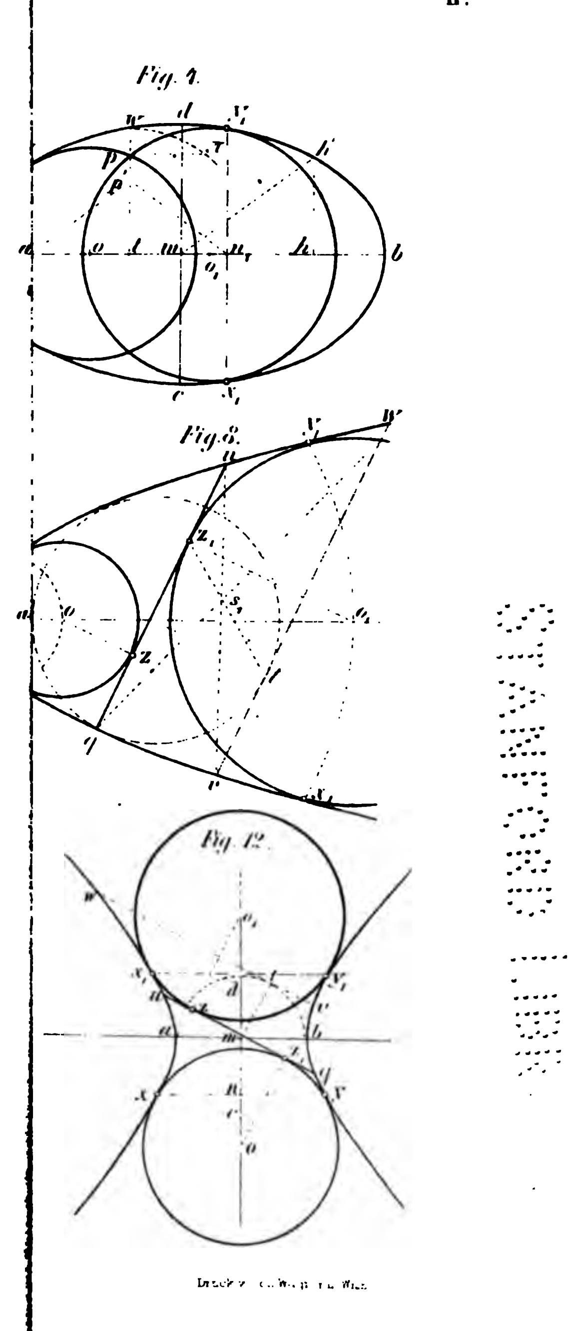
In den Fig. 11 und 12 sind die Fälle gelöst, wenn die Kreise oxy, $o_1x_1y_1$ beide Äste der Hyperbel abx berühren sollen und beziehungsweise der Punkt p der Peripherie, oder die Tangente qu gegeben ist.

Diese Kreise wurden als horizontale Projectionen ebener Schnitte des Rotations-Hyperboloides dargestellt, welches die Hyperbel abx zum Meridian und die Gerade cd zur Hauptaxe hat. Als Projectionsaxe wurde cd benützt.

In den Fällen, wenn die einem Aste der Hyperbel abx einzuschreibenden Kreise oxy, $o_1x_1y_1$ beziehungsweise einen Punkt p in der Peripherie enthalten, oder eine Gerade qu berühren sollen, sind die Kreise als Projectionen ebener Schnitte eines Hyperboloides zu betrachten, welches die Hyperbel abx zum Hauptschnitte hat, und ist die Gerade ab als Projectionsaxe anzunehmen.

Der geometrische Ort der Berührungspunkte aller einer Hyperbel abx eingeschriebenen Kreise mit parallelen Geraden ist eine Hyperbel tzz_1, welche abx in den Endpunkten des zur Richtung jener Geraden conjungirten Durchmessers D berührt. Dieselbe ist die Projection der Hyperbeln $TZ\overline{Z}_1$ und $\overline{T}\overline{Z}Z_1$, welche als Durchschnitte des betreffenden Hyperboloides mit den gegen die Zeichnungsfläche gleich geneigten Ebenen TD und $\overline{T}D$ erhalten werden.

II.



SITZUNGSBERICHTE

DER

THEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LXVIII. BAND. III. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1873. — HEFT I BIS V.

(Mit 13 Tafeln.)

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

[B]UCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

1874.

INHALT.

SITZUNGSBERICHTE

DER

ERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXVIII. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

6.

t die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie
und theoretischen Medicin.

XVI. SITZUNG VOM 13. JUNI 1873.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Betrachtung der allgemeinen Bewegungsform starrer Körper vom Gesichtspunkte einer Gyralbewegung", vom Herrn Jos. Finger, Professor an der Staats-Oberrealschule zu Laibach.

„Beobachtungen am Kundt'schen Manometer", vom Herrn V. Dvořák, Assistenten der Physik an der Prager Universität, eingesendet und empfohlen durch Herrn Prof. Dr. E. Mach.

„Über die Functionen X_n^m", vom Herrn Prof. L. Gegenbauer in Krems.

„Die Hemmung der Darmbewegung durch den *Nervus splanchnicus*", vom Herrn Dr. S. R. v. Basch, Privatdocenten an der Wiener Universität.

Herr Hofrath Dr. E. v. Brücke überreicht eine in seinem physiologischen Institute ausgeführte Arbeit des med. stud. Herrn Felix v. Winiwarter, betitelt: „Der Widerstand der Gefässwände im normalen Zustande und während der Entzündung."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real, de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Tomo IX. Diciembre 1872—Marzo 1873. Habana; 8°. — Tablas abituarias de 1872. Habana, 1873; 8°.

Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Mémoires. Tome XXXIX. Bruxelles, 1872; 4°. —Mémoires couronnés et autres Mémoires. Collection in 8°. Tome XXII. Bruxelles, 1872. — Bulletin. 39°

2ᵉ Série, Tomes XXIX & XXX (1870); 40ᵉ Année, 2ᵉ Série, Tomes XXXI & XXXII (1871); 41ᵉ Année. 2ᵉ Série, Tomes XXXIII & XXXIV (1872). 8⁰. — Annuaire. XXXVIIIᵉ & XXXIXᵉ Années. 1872 & 1873. Bruxelles; kl. 8⁰. — Compte rendu des séances de la Commission Royale d'histoire. 3ᵉ Série. Tome XIIᵉ, 4ᵉ & 5ᵉ Bulletins; Tomes XIIIᵉ et XIVᵉ; 4ᵉ Série, Tome Iᵉʳ, 1ᵉʳ Bulletin. Bruxelles, 1871—1873; 8⁰. — Biographie nationale. Tome IIIᵉ, 2ᵉ Partie; Tome IVᵉ, 1ᵉʳᵉ Partie. Bruxelles, 1872; 8⁰. — Centième anniversaire de fondation (1772—1872). Tomes I—II. Bruxelles, 1872; 8⁰. — De l'astronomie dans l'Académie Royale de Belgique. Rapport séculaire (1772—1872), par Ed. Mailly. Bruxelles, 1872; 8⁰. — Ouddietsche Fragmenten van den Parthonopeus van Bloys, door J. H. Bormans. Brüssel, 1871; 8⁰. — Speghel der Wijsheit of leeringhe der zalichede, van Jan Praet, door J. H. Bormans. Brüssel, 1872; 8⁰.

Akademie der Wissenschaften und Künste, Südslavische: Rad. Knjiga XXII. U Zagrebu, 1873; 8⁰. — *Acta coniurationem Bani Petri a Zrinio et Com. Fr. Frangepani illustrantia.* U Zagrebu, 1873; 8⁰. — Arkiv za poviestnicu jugoslavensku. Knjiga XI. U Zagrebu, 1872; 8⁰.

— — Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Januar 1873. Berlin; 8⁰.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 15—16. Wien, 1873; 8⁰.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1940—1942. (Bd. 81. 20—22.) Altona, 1873; 4⁰.

Blake, William P., Reports of the United States Commissioners to the Paris Universal Exposition, 1867. Vols. I—VI. Washington, 1870; 8⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVI, Nrs. 19—21. Paris, 1873; 4⁰.

Cosmos di Guido Cora. II. Torino, 1873; kl. 4⁰.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Bd. Nr. 10—11. Wien, 1873; 4⁰.

— Senckenbergische naturforschende: Abhandlungen. VIII. Bandes 3. & 4. Heft. Frankfurt a. M., 1872; 4⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 21—22. Wien, 1873; 4°.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik, von C. Ohrtmann, F. Müller, A. Wangerin. II. Band. Jahrgang 1869 u. 1870. Berlin, 1873; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 11. Graz, 1873; 4°.

Lese- und Redehalle der deutschen Studenten zu Prag: Jahres-Bericht. Vereinsjahr 1872—73. Prag, 1873; 8°.

Mailly, Ed., Tableau de l'Astronomie dans l'hémisphère australe et dans l'Inde. Bruxelles, 1872; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873, V. Heft. Gotha; 4°.

Nature. Nrs. 186—187, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Observatoire Royal de Bruxelles: Annales. Tome XXI. Bruxelles, 1872; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VIII, Nr. 2. Firenze, 1873; 4°.

Observations des phénomènes périodiques pendant l'année 1870. Par A. Quetelet. 4°. — Tables de mortalité et leur développement etc. Par A. Quetelet. Bruxelles, 1872; 4°. — L'homme considéré dans le système social: ou comme unité, ou comme fragment de l'espèce humaine. Par A. Quetelet. 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1873. XXIII. Band, Nr. 1. Wien; 4°. — Verhandlungen. Jahrgang 1873. Nr. 7. Wien; 4°.

Reslhuber, Augustin, Resultate aus den im Jahre 1870 auf der Sternwarte zu Kremsmünster angestellten meteorologischen Beobachtungen. Linz, 1873; 8°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger." IIme Année. 2e Série. Nrs. 47—48. Paris, 1873; 4°.

Société Entomologique de Belgique: Annales. Tome XVe. Bruxelles, Paris, Dresde, 1871—72; gr. 8°.

Société des Ingenieurs civils: Mémoires et compte rendu des travaux. 3e Série; 25e Année, 3e & 4e Cahiers. Paris, 1872; 8°.

— Mathématique de France: Bulletin. Tome Ier, Nrs. 2—3. Paris, 1873; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 21—23. Wien, 1873; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang. 6. & 7. Heft. Wien, 1873; 4°.

Die Hemmung der Darmbewegung durch den Nervus splanchnicus.

Von Dr. **S. v. Basch,**
Privatdocent an der Wiener Universität.

(Mit 1 Tafel.)

Einleitung.

Durch die Untersuchungen [1], die ich in Gemeinschaft mit Oser über die Wirkung des Nicotins anstellte, hatte ich Darmbewegungen kennen gelernt, von denen aus mehreren Gründen zu erwarten war, dass sie sich mit Erfolg für das Studium der Hemmungswirkung des Nervus splanchnicus würden verwenden lassen.

Die zweiten peristaltischen Bewegungen nämlich, die einige Minuten nach der Injection kleiner Nicotinmengen ins Blut auftreten, kommen ihrer Erscheinungsweise nach den physiologischen, die nur äusserst selten am Hundedarme — auf den sich die vorliegenden Untersuchungen beziehen — zu beobachten sind, vollkommen gleich und bieten zudem den für die Beurtheilung der Versuchsresultate und für die hieraus abzuleitende richtige Schlussfolgerung sehr hoch zu schätzenden Vortheil, dass sie keine spontanen Bewegungen sind, da nicht nur die Eingriffe, denen sie ihre Entstehung verdanken, bekannt sind, sondern sich auch die Zeit ihres Eintretens und die Dauer derselben mit ziemlicher Genauigkeit vorher bestimmen lassen.

Schon in letzterem Umstande liess sich ein hoher methodischer Vorzug der durch Nicotin hervorgerufenen peristaltischen Bewegungen vor jenen vermuthen, die bis jetzt den Versuchen

---

[1] Untersuchungen über die Wirkung des Nicotins
und Dr. L. Oser. Wiener mediz. Jahrbücher 1872.

über die Hemmungswirkung des Splanchnicus zu Grunde gelegt wurden; noch mehr aber zeigt die eingehende Betrachtung, dass die während der Nicotinbewegungen herrschenden physiologischen Bedingungen sich für den Erfolg und für die Beurtheilung des Versuches ungleich günstiger gestalten, als dies bei den durch Dyspnoë erzeugten Darmbewegungen — wozu ja auch jene gehören, die während der Pflüger'schen Versuchsanordnung auftreten — und bei den postmortalen — doch ebenfalls dyspnoischen — Darmbewegungen, auf die sich die Versuche von Ludwig und Kupfer beziehen, der Fall ist.

Während der durch Injection von Nicotin ins Blut erzeugten Darmbewegungen sind, wie die Injection und der durch das Manometer verzeichnete niedere Blutdruck übereinstimmend aussagen, die Blutgefässe ziemlich weit, die Darmwand ist reichlich mit arteriellem Blute versorgt und es ist, wie der directe Versuch lehrt, sowohl die Reizbarkeit der Gefässe als des Gefässnervencentrums — namentlich wenn man an jungen Thieren experimentirt — vollständig erhalten. Die durch Nicotininjection bedingten Respirationsstörungen werden ferner vollkommen vermieden, wenn man, wie ich und Oser dies schon früher gethan, die Versuchsthiere curarisirt.

Die eben erwähnten Vortheile eines vollständig intacten Respirations- und Circulationszustandes entbehrt man begreiflicher Weise bei den Versuchen an dyspnoischen Darmbewegungen, sowohl bei den spontan erscheinenden, als den durch Aussetzen der Respiration erzeugten, oder erst nach dem Tode auftretenden.

Dass aber grade ein ungestörter Respirations- und Circulationszustand und namentlich die vollständig erhaltene Erregbarkeit der Gefässe und des Gefässnervencentrums zu den allerwichtigsten Vorbedingungen für das Studium der Hemmungswirkung des Splanchnicus gehören, kann nicht in Abrede gestellt werden, seitdem die Untersuchungen von S. Mayer und mir,[1] die in letzter Zeit von Hougkeest van Braam[2] zum Theile

---

[1] Wien. Sitzungsberichte des LXII. Band. 1870.
[2] Pflüger's Archiv 1873. VI.

bestätigt wurden, es mehr als wahrscheinlich gemacht haben, dass die Hemmungswirkung des Splanchnicus eine Folge der vasomotorischen Eigenschaften dieses Nerven sei.

Auf Grund der hier vorangestellten Erwägungen ging ich an die nachfolgenden Untersuchungen, die eine Vervollständigung der eben angeführten bilden.

Ich liess mich hiebei — und wie der Erfolg zeigte, mit Recht — nicht durch die Angabe von Nasse[1] abschrecken, dass die Splanchnicus-Reizung gegenüber den durch Nicotin hervorgerufenen Darmbewegungen vollständig wirkungslos sei; beziehen sich doch, wie dies schon in meinen Untersuchungen mit Oser auseinandergesetzt ist, die Versuche von Nasse — der die zweiten peristaltischen Bewegungen nicht kannte — nur auf die Anfangswirkung des Nicotins, bestehend in einer kurz andauernden peristaltischen Bewegung und darauf folgendem Tetanus, während dessen der Darm vollständig ruhig ist, auf eine Erscheinungsweise also, die von der der zweiten peristaltischen Bewegungen insoferne vollkommen verschieden ist, als nur letztere ein getreues Abbild der physiologischen peristaltischen Bewegungen darstellen und ununterbrochen und gleichmässig durch mehre Minuten andauern. Hiebei muss noch erwähnt werden, dass während jener Darmbewegungen, die in die Anfangswirkung des Nicotins fallen, das Gefässnervencentrum sowohl als die Gefässe selbst in hohem Grade erregt sind, und dass zugleich die Erregbarkeit und Erregung der im Herzen gelegenen nervösen Hemmungsapparate einem bedeutenden Wechsel unterliegt, dass aber im Gegensatze hiezu während der zweiten peristaltischen Bewegungen die Circulationsverhältnisse, sowie der Erregungszustand der Gefässe vollständig constant bleiben.

Ich bediente mich bei meinen Versuchen im Grossen und Ganzen derselben Methoden, die ich in den erwähnten Untersuchungen mit S. Mayer und Oser zur Anwendung brachte.

Da die Luft-Isolirung des Nervus splanchnicus, den ich wie

---

[1] Nasse, Beiträge zur Physiologie der Darmbew[illegible] Leipzig 1866.

früher innerhalb der Brusthöhle präparirte, in Anbetracht des Umstandes, dass man nur über einen sehr kleinen Raum verfügt, der zudem während der Inspiration durch das Vorschieben der Lunge noch kleiner wird, äusserst schwierig ist, und eine sehr verlässliche Hilfe in Anspruch nimmt, stand ich von derselben ab und wendete als Elektroden zwei in kleine Ringelchen endigende Platindrähte an, die ich innerhalb eines Glasröhrchens befestigte. In diese Ringelektroden wurde der Nerv mittelst des an ihn geknüpften Seidenfadens eingezogen; letztern und mit ihm also auch den Nerven befestigte ich an wohl isolirte Kupferdrähte, die mit den Platinelektroden in leitende Verbindung gesetzt worden waren und durch einen Retortenhalter fixirt werden konnten. Zur möglichst vollständigen Isolirung deckte ich die über das Glasröhrchen hervorragenden metallischen Platinfäden sorgfältigst mit Du Bois'schen Kitt, schützte zudem die in die Brusthöhle eingelegten Elektroden vor der Berührung mit den anliegenden Weichtheilen durch Einlegen von Glasplättchen oder umhüllte — was weit bequemer und zweckmässiger ist — dieselben mit Guttaperchapapier.

Die manometrischen Aufzeichnungen wurden an einem ausgezeichneten Kymographion mit ewigem Papier vorgenommen.

Sämmtliche Versuche, bei denen mir nebst Andern die Herren stud. med. Lumpe und Raab eifrigst assistirten, wurden im Wiener physiologischen Institute, dessen Mittel Herr Professor Brücke mir gütigst zur Verfügung stellte, ausgeführt.

Als Versuchsthiere wurden nur Hunde verwendet.

Es versteht sich von selbst, dass für den Splanchnicus-Versuch eben nur jenes Thier brauchbar ist, an dessen Darme nach vorangegangener Nicotininjection die zweite peristaltische Bewegung vollkommen ausgesprochen erscheint. Die Veränderlichkeit dieses Erfolges der Nicotininjection hängt wohl zum Theile von der Verschiedenheit der Erregbarkeitsverhältnisse ab, sehr oft aber und namentlich dann, wenn bei mehren hintereinander angestellten Versuchen die zweiten peristaltischen Bewegungen regelmässig ausbleiben, trägt unzweifelhaft die Beschaffenheit des Nicotins hieran Schuld, das sich bekanntlich sehr leicht zersetzt und wahrscheinlich in Folge dessen jener Eigenschaft verlustig wird, die die zweiten peristaltischen Bewegung

hervorrufen. Das einzige einigermassen verlässliche äusserliche Kriterium für die Brauchbarkeit des Nicotins besteht in seiner Farbe; je heller nämlich 'dieselbe, desto mehr ist anzunehmen, dass es sich zu den Versuchen eignet. Am sichersten verfährt man, wenn man durch einige Vorversuche die physiologische Reaction einiger Nicotinpräparate ermittelt und dann jenes, das sich bewährt hat, in kleine Portionen vertheilt in zugeschmolzenen Glasröhrchen aufbewahrt. Auf solche Weise kann man mit einem und demselben als gut erprobten Nicotinpräparate längere Zeit unter gleich günstigen Bedingungen fortarbeiten.

Eine zweite Vorsicht, die man nicht ausser Acht lassen darf, besteht darin, die Thiere 1—2 Stunden vor dem Versuche zu füttern, denn ich habe mich hinlänglich oft davon überzeugt, dass resorbirende Därme ungleich häufiger die zweiten peristaltischen Bewegungen zeigen als nicht resorbirende.

I.

Der Versuch, Darmbewegungen durch Reizung des Nervus splanchnicus zum Stillstand zu bringen, gehört, wenn man ihn so ausführt, wie ich es angebe, vorausgesetzt, dass man rasch und ohne Blutverlust operirt und die Bauchhöhle erst unmittelbar vor der Injection von Nicotin eröffnet, zu den verlässlichsten.

Sobald die metallische Nebenleitung geöffnet und der Splanchnicus elektrisch gereizt wird, erfolgt ein kurzer Bewegungsstoss und gleich darauf kommen die Därme vollständig zur Ruhe. Man kann diesen Versuch mehrmals, oft 6—7mal hintereinander, mit gleich eclatantem Erfolge wiederholen. Selbstverständlich setzt das Aufhören der peristaltischen Bewegungen der Fortsetzung dieser Versuche eine Grenze. Um dieselben auszudehnen, kann man noch ein zweites Mal Nicotin injiciren und die allenfalls hierauf sich entwickelnden zweiten peristaltischen Bewegungen gelangen, ganz so wie die nach der ersten Injection auftretenden, nach wiederholt vorgenommener Splanchnicus-Reizung jedes Mal zur Ruhe.

Der Erfolg der Splanchnicus-Reizung, insoweit der sich auf den endlichen Stillstand der Darmbeweg

ist vollständig constant. Es gilt dies nicht nur für die in Rede stehenden Darmbewegungen, sondern — wie mehre Versuche mich belehrt haben — auch für solche, die ohne vorhergehende Dyspnoë oder Nicotininjection als rein physiologische hie und da nach Eröffnung der Bauchhöhle zur Erscheinung kommen.

Es kommen aber die bewegten Darmschlingen nicht in gleichem Zustande und auch nicht in gleicher Weise zur Ruhe. Darin stimmen allerdings alle Versuche mit einander überein, dass die Därme kürzere oder längere Zeit nach dem Eintreten der Ruhe, d. i. nach Aufhören der rhythmischen Contractionen der Längs- und Ringsmuskelfasern, in den Zustand der vollständigen Erschlaffung übergehen; die Ruhe des Darms fällt aber nicht immer gleich mit der Erschlaffung zusammen. Manchmal nämlich — es gilt dies auch von den Versuchen an spontanen physiologischen Darmbewegungen — folgt dem unmittelbar nach der Reizung eintretenden kurzen Bewegungsstoss, an welchem sichtlich die Längs- und Ringsmuskelfasern sich betheiligen, ein Zustand, in welchem der Darm in Folge des Aufhörens der Contractionen seiner Längsmusculatur keine Ortsbewegungen mehr ausführt, also in einer Hinsicht vollständig bewegungslos ist, in dem die Ringmusculatur dagegen tonisch contrahirt erscheint. Letztere tonische Contraction löst sich allmälig, ohne dass dabei Bewegungen sichtbar werden, und geht unvermerkt in Erschlaffung über. Äusserst selten kommt es auch vor, dass an Stelle der allgemeinen tonischen Contraction der Ringsmuskelfasern stellenweise partielle Einschnürungen auftreten. In der Mehrzahl der Fälle jedoch geht, ganz so wie Pflüger es als Regel geschildert, der Darm aus der peristaltischen Bewegung unmittelbar in Erschlaffung über.

Der Bewegungsstoss fällt der Zeit nach in den Beginn der Reizung, die tonische Contraction der Ringsmusculatur dagegen fällt nicht nur ausserhalb derselben, sondern überdauert sie ziemlich lange, oft mehr als eine Minute. Es spricht allerdings schon dieser Umstand — nebst der Vorsicht, die ich auf die isolirte Reizung des Splanchnicus verwandte — dafür, dass bei dieser Erscheinung durchaus nicht ein Hinübergleiten von Strom-

schleifen auf die Darmmusculatur ins Spiel komme, es gibt aber ausserdem hiefür noch andere Gründe, die ich später anführen werde.

Da nach den letzten Untersuchungen die motorische Wirkung des Splanchnicus nicht mehr in Frage gestellt werden kann, so ist auch die Annahme unabweisbar, dass die Wirkung der Splanchnicusreizung da, wo dieselbe als Hemmung der Darmbewegung auftritt, sich aus zwei Factoren zusammensetze.

Der motorischen Wirkung der Splanchnicusreizung entspricht der Bewegungsstoss, der unmittelbar nach der Reizung dieses Nerven eintritt und sehr häufig auch dann zu beobachten ist, wenn man den Splanchnicus während der Ruhe des Darms reizt. Hiebei ist zu bemerken, dass für den sich bewegenden Darm die Bedingungen für den motorischen Erfolg der Splanchnicus-Reizung weit günstiger sind, als für den ruhenden, da doch, wie dies die Untersuchungen von Mayer und mir dargethan haben, der bewegte Darm viel disponirter erscheint, auf Reizung seiner motorischen Nerven, des Vagus und des Splanchnicus, zu antworten, als der ruhende. Alle weiteren Erscheinungen, die dem ersten Bewegungsstoss bis zum Wiedereintritt der peristaltischen Bewegungen folgen, müssen auf die Hemmungswirkung des Splanchnicus bezogen werden.

Der Grund für die Verschiedenheit der die Hemmung constituirenden Vorgänge liegt, wie ich glaube, darin, dass die Längs- und Ringsmuskelfasern des Darms nicht gleichzeitig und in gleicher Weise den hemmenden Einflüssen gehorchen, dass vielmehr die Längsmuskelfasern, denen die Darmschlingen ihre Ortsbewegung — die pendelnde, schiebende Bewegung — verdanken, viel eher und vollständiger zur Ruhe gelangen als die Ringsmuskelfasern, deren Erregungszustand manchmal noch längere Zeit anhält.

Die Prüfung einer andern Hemmungs-Erscheinung, die nicht durch elektrische Reizung des Splanchnicus bedingt ist, aber ihrer Entstehung nach derselben gleichkommt und bei der alle Einsprüche wegfallen, die mit dem Vorhandensein des elektrischen Reizes auftauchen, wird des Weiteren die Berechtigung dieser Annahme darthun.

Eine der wesentlichsten Stützen, auf welche Pflüger seine Theorie stützte, dass der Splanchnicus ein Hemmungsnerv für den Darm, wie der Vagus für das Herz sei, bestand in der Angabe, dass grade so, wie das Herz nach Reizung des Vagus auch der Darm nach Reizung des Splanchnicus in der Diastole zur Ruhe komme. Meine Beobachtungen aber zeigen, dass diese Angabe nicht mehr als maassgebend für die Pflüger'sche Theorie angesehen werden kann.

Unter dem Eindrucke der seiner Zeit geltenden Theorie, dass Anämie Darmbewegungen hervorruft, hat ferner Pflüger von vorneherein die Annahme verworfen, dass bei der Hemmung der Darmbewegung die vasomotorischen Eigenschaften dieses Nerven in Betracht kommen. Dieser Gegengrund verlor schon in Bezug auf jene Bewegungen, auf die sich die Pflüger'schen Versuche beziehen, seine Geltung, seitdem durch die Untersuchungen von Mayer und mir sichergestellt wurde, dass eine Verminderung der Blut-Quantität allein keine Darmbewegungen hervorrufe, dass vielmehr die Ursache der Darmbewegungen in der Beschaffenheit des die Darmwand durchfliessenden Blutes gesucht werden müsse. Den Darmbewegungen gegenüber, auf die sich die vorliegenden Untersuchungen beziehen, ist die Pflüger'sche Einwendung vollends bedeutungslos, da doch, wie schon erwähnt, während der zweiten peristaltischen Bewegungen nach Nicotininjection die Gefässe sehr weit und der Darm von reichen nicotinhältigen Blutmengen durchströmt ist.

Von letzterer Thatsache ausgehend, erscheint bereits die von S. Mayer und mir aufgestellte Behauptung vollkommen berechtigt, dass: die Hemmung der Darmbewegung nach Reizung des Nervus splanchnicus darauf beruhe, dass mit der Verschliessung der kleinen Darmwand-Arterien jene Reize entfernt werden, die, mit dem strömenden Blute verbunden, die Darmbewegungen unterhalten.

Einen schlagenden Beweis für diese Behauptung liefert die während der Splanchnicus-Reizung vorgenommene Messung des Blutdrucks, in welchem bekanntlich die Widerstände, die sich dem Einströmen des Blutes in die kleinen Arterien — namentlich

die kleinen Arterien des Darms — entgegenstellen, ihren Ausdruck finden.

Tabelle I bezieht sich auf die Versuche, in denen der Splanchnicus gereizt wurde. Die Blutdruckzahlen bedeuten *Mm Hg.* Die Pulszahlen beziehen sich auf die Zeiteinheit von 5″. Die Verhältnisszahlen für Blutdruck und Puls wurden dadurch gewonnen, dass die Blutdrucks-, resp. Pulszahlen vor der Reizung in die nach der Reizung dividirt wurden.

Ausser den angeführten Versuchen weist mein Protokoll noch eine Reihe anderer Versuche nach, die, obgleich ihre Endresultate mit den mitgetheilten übereinstimmen, in der Tabelle desshalb keinen Platz finden, weil während derselben keine Blutdruckmessungen vorgenommen wurden.

Die Zahlen der Tabelle zeigen zunächst, dass mit jeder Sistirung der Darmbewegung eine erhebliche Blutdrucksteigerung verbunden ist. Da, wo der Druck trotz der Reizung noch weiter sank, wie bei der 1. Reizung des XVI. Versuches, oder, wo die Drucksteigerung äusserst gering war, wie bei der 1. Reizung des XXXVI. Versuches, erfolgte auch keine Sistirung. Dass grade die ersten Reizversuche negativ ausfielen, hing zunächst davon ab, dass ich anfangs mit schwächern Strömen reizte und erst nach constatirter Erfolglosigkeit die Ströme verstärkte; es muss aber rücksichtlich dessen noch in Erwägung gezogen werden, dass um die Zeit des Beginns der nach Nicotininjection eintretenden zweiten peristaltischen Bewegungen der Blutdruck noch in stetem Sinken begriffen ist, die Darmgefässe sich also noch fortwährend erweitern, dass also gewissermassen ein Widerstand besteht, der die gefässverengernde Wirkung der Splanchnicus-Reizung zum Theile aufhebt. Für den weitern Verlauf der peristaltischen Bewegungen fällt dieser Widerstand grösstentheils weg, da während derselben der Blutdruck sich ziemlich gleich bleibt. Die Pulsverlangsamung, die Asp[1] nach der Reizung des Splanchnicus beobachtete, fand ich, wie die Tabelle I zeigt, nur in einigen wenigen Versuchen, und zwar nicht nur da, wo die Splanchnicus-Reizung länger dauerte, son-

---

[1] Beobachtungen über Gefässnerven. Arbeiten aus de
in Leipzig. 1868.

dern auch dort, wo dieselbe nur sehr kurze Zeit währte. In eine nähere Prüfung dieser Erscheinung und der Ursachen, weshalb die Pulsverlangsamung nach Nicotininjection nicht so constant auftritt, wie unter normalen Verhältnissen, bin ich deshalb nicht eingegangen, weil sie dem Zwecke, weshalb ich die jeweilige Pulsfrequenz mit in die Beobachtung aufnahm, ferne lag. Es kam mir nämlich bei meinen Versuchen nur darauf an, zu constatiren, dass die Blutdrucksteigerung im Wesentlichen von dem Verschlusse der kleinen Darmarterien abhänge, nicht aber auf Rechnung einer erheblichen Beschleunigung der Pulsfrequenz zu setzen sei, was, wie man sieht, hier durchaus nicht der Fall ist.

Die Dauer der Splanchnicus-Reizung ist für den Erfolg des Hemmungsversuches nicht massgebend. Aus allen von mir aufgenommenen Blutdrucks-Curven — von denen ich hier (Taf. 1) zwei davon, die eine *CI* mit langer, die andere *CII* mit kurzer Reizungsperiode beigebe — an denen das Verhältniss zwischen Dauer der Reizung und Eintritt der Darmruhe ersichtlich ist, kann man entnehmen, dass Letztere mit der maximalen Steigerung des Blutdrucks zusammenfällt. Bei lange dauernder Reizung, wo das Maximum der Blutdrucksteigerung noch in die Reizungsperiode fällt, findet die Sistirung der Darmbewegung schon während derselben statt; bei kurz dauernder Reizung dagegen, wo die Blutdrucksteigerung erst nach vollendeter Reizung beginnt, fällt die Sistirung nicht mehr in die Reizungsperiode, sondern weit ausserhalb derselben in das Maximum des Blutdrucks.

Die Sistirung der Darmbewegung ist demnach nicht als eine Function der Splanchnicus-Reizung, sondern als eine Function ihrer Wirkung, bestehend in der Verschliessung der Darm-Arterien, aufzufassen.

Für die Reinheit und Beweiskraft des Splanchnicus-Versuches sind so kurz als möglich dauernde Reizungen bei weitem vorzuziehen, nicht allein deshalb, weil die Abhängigkeit der Bewegungssistirung von der Blutdrucksteigerung prägnanter hervortritt, sondern auch, weil bei längerer Reizung der Hemmungseffect durch die motorische Wirkung der Splanchnicus-Reizung getrübt, ja auch verwischt werden kann.

In jenen Fällen, wo der vollkommenen Erschlaffung der Därme noch eine tonische Contraction der Ringmusculatur vorhergeht, fällt letztere sowohl in die Zeit des Ansteigens, als in das Maximum des Blutdrucks. Sobald als letzteres überschritten ist und der Blutdruck allmälig absinkt, tritt auch die Erschlaffung ein.

Meistens sieht man, entsprechend der Blutdrucksteigerung, den Darm mehr weniger erblassen, und zugleich mit dem Sinken des Blutdrucks neuerdings sich röthen. Dass durch die Inspection sich mit dem Steigen des Blutdrucks und der Sistirung der Darmbewegungen auch das Blasswerden des Darms nicht ausnahmslos nachweisen lässt, hängt wohl, gleichwie die wechselnde Farbenveränderung der Niere in den Versuchen von Ludwig und Cyon, von dem ungleichen Tonus und Füllungszustande der kleinen Arterien ab.

Die Ruhe des Darms dauert so lange an, als der Blutdruck sich auf seiner Höhe erhält. Je rascher der Blutdruck absinkt, desto eher kehren die Bewegungen wieder.

Die Verschiedenheit des Ansteigens und Abfallens des Blutdrucks ist bekanntlich nicht allein von der Reizung der vasomotorischen Gebilde, sondern auch von dem jeweiligen tonischen Erregungszustande der Gefässe und Gefässnerven abhängig, und es ist aus diesem Grunde auch anzunehmen, dass die Dauer der Darmruhe nach erfolgter Sistirung der Bewegungen in inniger Beziehung zu dem jeweiligen tonischen Erregungszustande der Gefässe und Gefässnerven stehe.

Mit der Constatirung der innigen Wechselbeziehung zwischen der Hemmung der Darmbewegung und der Steigerung des Blutdrucks nach Splanchnicus-Reizung hat die oben erwähnte Behauptung von S. Mayer und mir wesentlich an Sicherheit gewonnen, und diess um so mehr, als ja dieselbe mit Bezug auf die in Rede stehenden Darmbewegungen durch die Thatsache unterstützt wird, dass hier die Contraction der kleinen Darmarterien gleichbedeutend ist mit der Fortschaffung des die Darmbewegungen unterhaltenden Reizes, d. i. mit der Entfernung des nicotinhältigen Blutes.

Es ist hier der Ort, die Bedeutung des die Sachlage richtig beurtheilenden Ausspruches von Ludwig und Kupfer[1] hervorzuheben, dahin lautend, dass die Hemmungsversuche am Darme „des lebenden Kaninchens deshalb von günstigerem Erfolge begleitet sind, weil derselbe schon während des Lebens aus Gründen bewegt ist, die durch Reizung dieser Nerven zum Schweigen gebracht werden."

Um nun noch weiter zu beweisen, dass die Hemmuug der Darmbewegungen nur das Resultat von Vorgängen sei, die sich auf Änderungen der Blutcirculation des Darmes beziehen, musste versucht werden, den Blutzufluss zum Darme in anderer Weise als durch Splanchnicus-Reizung abzusperren.

Aus meinen Untersuchungen mit S. Mayer wusste ich allerdings, dass es nicht selten gelingt, durch Abklemmen der Brustaorta und durch Reizung des Vagus bis zu erfolgtem Herzstillstande die Bewegung des Darms zum Stillstande zu bringen; beide Versuche sind aber für eine unumstössliche Beweisführung schon deshalb nicht ausreichend, weil denselben die erste und unerlässlichste Bedingung, die Constanz des Erfolges, abgeht.

Es fehlt allerdings in meinen Versuchsprotokollen nicht an Fällen, wo nach dem durch Vagusreizung hervorgerufenen Herzstillstand Sistirung der Darmbewegung erfolgte, ich stand aber von einer Wiederholung der betreffenden Versuche ab, weil ich bald in dem Einflusse des Nicotins ein wesentliches Hinderniss erkannte, das doch bekanntlich im Verlaufe seiner Wirkung die Erregbarkeit der Vagusendapparate bedeutend herabsetzt.

Die Compression der Aorta war nur höchst selten von dem gewünschten Erfolge begleitet. Dieser Misserfolg findet, wie ich vermuthe, in dem Umstande seine Begründung, dass die Blutgefässe des Darms während der durch Nicotin hervorgerufenen zweiten peristaltischen Bewegungen sehr weit sind, und dass, begünstigt hiedurch, trotz Compression der Aorta, die Darmgefässe noch eine ziemlich grosse Blutmenge in sich bergen, die genug des reizenden Stoffes enthält, um die Bewegungen zu unterhalten. Es ist ferner die Möglichkeit zu bedenken, dass mit Compression der Aorta der Blutzufluss nicht vollständig genug

---

[1] Wien. Sitzungsber. Bd. XXV.

abgesperrt ist und auf dem Wege eines sich herstellenden Collateralkreislaufes frische reizende Blutmengen dem Darme noch weiter zugeführt werden.

Ganz abgesehen davon, dass das Resultat der beiden letztgenannten Versuche kein constantes ist, konnten dieselben auch im günstigsten Falle nicht beweisend genug für die Behauptung sein, der Splanchnicus sei kein Hemmungsnerv, sondern die Hemmung beruhe auf der Verhinderung des Blutzuflusses zum Darme. So lange nämlich, als sowohl während der Aorta-Compression als während der Vagusreizung und dem dadurch bedingten Herzstillstande die beiden *Nn. splanchnici* erhalten sind, bleibt die Einwendung möglich, dass in Folge der genannten Eingriffe die centralen Enden der voraussetzlichen hemmenden Fasern der *Nn. splanchnici* gereizt wurden. Die Entscheidung dieser Frage ist daher nur dann möglich, wenn es gelingt, bei den Hemmungsversuchen den Einfluss der *Nn. splanchnici* vollständig zu eliminiren.

II.

Von den reichen Erfahrungen geleitet, die in den letzten Jahren durch Bezold, Ludwig und Thiry, Asp, Owsjanikoff, Heidenhain, Knoll u. A. über das Verhalten der Gefässnerven und ihre Beziehungen zu den vasomotorischen Centren gewonnen wurden, modificirte ich den bekannten Pflüger'schen Fundamentalversuch in der Weise, dass ich die Ursprungsstelle der vasomotorischen Fasern der *Nn. splanchnici*, i. e. das verlängerte Mark, nicht aber, wie dies Pflüger that, das Rückenmark in der Nähe des Austritts der Splanchnicus-Fasern, der Einwirkung des elektrischen Stromes aussetzte. Ich reizte zudem das Halsmark direct — Pflüger verband die stromzuführenden Elektroden blos leitend mit den Dornfortsätzen des 5. oder 6. und 10. oder 11. Brustwirbels — indem ich, wie dies Heidenhain bei seinen Versuchen [illegible] s des vasomotorischen Centrums auf die [illegible] an ihren, den Knochen und die Muscul[illegible]

sorgfältigst durch Umhüllung mit Guttaperchapapier isolirten Stahl-Elektroden unterhalb des *tuber occipitale* durchs Hinterhauptbein und durch den Bogen des Atlas ins Halsmark einbohrte. Da ich an curarisirten Thieren arbeitete, genoss ich den Vortheil, dass bei der Reizung kein Tetanus auftrat, der, wie ich dies von vielen andern Versuchen her weiss, die reine Beobachtung nicht nur erschwert, sondern vollkommen unsicher macht. Die Durchtrennung des Halsmarks vermied ich, weil es bei meinen Versuchen doch wesentlich nur darauf ankam, die gesammten Ursprünge der vasomotorischen Nerven während möglichst erhaltener Erregbarkeit des vasomotorischen Centrums zu reizen und in einem möglichst ausgebreiteten Bezirke die Gefässe zur Contraction zu bringen.

Auf die Ausschliessung der oberhalb des vasomotorischen Centrums gelegenen Nervengebilde — die doch Pflüger ebenfalls nicht berücksichtigte — kam es mir gar nicht an, es war aber wichtig, jeden Eingriff zu vermeiden, der eine stärkere Blutung hervorrufen konnte.

Wie zu vermuthen stand, trat, wenn die *Nn. splanchnici* erhalten waren, jedesmal nach Reizung des Halsmarks eine Hemmung der Darmbewegung ein.

Die Reihenfolge der am Darm und an den Gefässen auftretenden Erscheinungen war, wie die Beobachtung und die manometrische Bestimmung des Blutdrucks lehrte, ganz gleich mit der bei Besprechung der directen Splanchnicus-Reizung geschilderten. So wie früher fiel die Ruhe des Darms der Zeit nach in die grösste Höhe des Blutdrucks und es fingen die Darmbewegungen erst dann wieder an, wenn der Blutdruck im Absinken begriffen war. Der einzige Unterschied zwischen dem Effecte der Splanchnicus-Reizung und dem der Halsmarks-Reizung besteht darin, dass nach letzterer die maximale Blutdrucksteigerung sowohl als die Ruhe der Därme bedeutend länger anhält, als nach ersterer.

Für die der Darmruhe vorhergehenden motorischen Erscheinungen muss schon wegen der grossen Entfernung des Darms von der gereizten Stelle die Wirkung von Stromschleifen entschieden in Abrede gestellt werden. Ebensowenig konnten für die Hemmung unipolare, auf den Splanchnicus sich erstrek-

kende Wirkungen ins Spiel kommen, da zudem die Elektroden — soweit sie nicht das Halsmark durchsetzten — sorgfältigst isolirt waren.

Durchschneidet man die *Nn. splanchnici* oberhalb ihres Durchschnitts durch das Zwerchfell und reizt in derselben Weise wie vorher das verlängerte Mark während die Därme in Bewegung begriffen sind, so beobachtet man ebenfalls einen hierauf folgenden Stillstand der Darmbewegungen, es tritt aber dieser Erfolg nicht bei allen Versuchsthieren so constant auf, wie die Hemmung nach Reizung der Splanchnicus, oder die Hemmung nach Reizung des verlängerten Marks während Erhaltung der beiden *Nn. splanchnici.* Diesen verschiedenen Erfolgen entsprachen auch verschiedene durch Messung des Blutdrucks erhaltene Resultate. In jenen Fällen nämlich, wo der Darm zur Ruhe kam, war die Blutdrucksteigerung eine beträchtliche, dort aber, wo keine Hemmung eintrat, sondern die Därme sich unbehindert fortbewegten, war auch die Blutdrucksteigerung eine geringere.

Der Erfolg der Halsmarkreizung nach Durchschneidung der *Nn. splanchnici*, insoweit er sich auf die Blutdrucksteigerung bezieht, findet seine Erklärung in den Untersuchungen von Asp, aus denen hervorgeht, dass beim Hunde wenigstens die Bedeutung des *Nervus splanchnicus* als Gefässnerven nicht so sehr die übrigen gefässverengernden Nerven überwiegt, wie dies beim Kaninchen zu sein scheint. Einen Beleg für diese Behauptung liefern auch die Zahlen in Tabelle II, die sich auf die Versuche beziehen, in denen das Halsmark nach Durchschneidung der *Nn. splanchnici* gereizt wurde.

Wie man sieht, variiren dieselben innerhalb ziemlich weiter Grenzen. Während im XXVI. Versuche die Blutdrucksteigerung nach der Reizung mehr als das Vierfache des ursprünglichen Blutdrucks beträgt, ist die Blutdrucksteigerung in den anderen Versuchen hiemit in Vergleich gezogen verhältnissmässig sehr gering. Wenn man meine Angaben mit den bezüglichen von Knoll[1] vergleicht, findet man in letzteren als Effect der 6. Rei-

[1] Über den Einfluss des Halsmarks auf die Schlagzahl des Herz Wien. Sitzungsber. LXVI. Bd. 1872.

zung des XI. Versuches ebenfalls eine vierfache Blutdrucksteigerung, nämlich von 24 Mm. *Hg.* bis auf 106 Mm. *Hg.* Ich führe dies an, um auf die Gleichwerthigkeit meiner Versuche mit andern, die doch jedenfalls als Controlsversuche gelten können, hinzuweisen. Hiebei muss ich übrigens noch bemerken, dass Knoll den peripheren Halsmarkstumpf reizte, während meine Versuche sich auf Reizung des intacten Halsmarks beziehen, was bekanntlich für das Ausfallen der Drucksteigerung nicht ohne Bedeutung ist. Die niedern Verhältnisszahlen bedürfen selbstverständlich keiner weitern Stütze durch fremde Controlversuche, denn sie sind genügend durch den Ausfall der *Nn. splanchnici* erklärt.

Der Ausfall der *Nn. splanchnici* macht es schwierig, aus den für den Blutdruck gewonnenen Werthen bindende Schlüsse für den Contractionszustand der Darmgefässe zu ziehen, denn die Werthe, die bei der Halsmark-Reizung nach Durchschneidung der *Nn. splanchnici* gewonnen werden, drücken gewissermassen nur den Rest des Erregungszustandes der Gefässe aus, der nach Ausschaltung der *Nn. splanchnici* übrig bleibt, während in den Werthen, die durch directe Splanchnicus-Reizung gewonnen werden, in bestimmter Weise der Erregungszustand eines begrenzten Gefässbezirkes — und gerade desjenigen, der für die Hemmung der Darmbewegung in Betracht kommt — sich ausspricht. Für die Versuche, in denen die Blutdrucksteigerung eine sehr beträchtliche ist, kann wohl die Betheiligung der Darmgefässe an derselben nicht geläugnet werden, es ist dieselbe aber auch für jene nicht vollkommen auszuschliessen, wo die Blutdrucksteigerung verhältnissmässig gering ist. Es lehren nämlich rücksichtlich dessen die Untersuchungen von Asp, dass nicht blos die *Nn. splanchnici majores* und *minores*, sondern sämmtliche Wurzeln des Grenzstrangs Fasern enthalten, welche die Arterien des Unterleibs in ausgedehntem Masse zu verengern vermögen, und dass der Ausfall der *Nn. splanchnici* durch andere Gefässnerven, die vom Lendenmarke aus zu den Unterleibsgefässen treten, ersetzt wird.

Nach dem Erwähnten ist nun allerdings sichergestellt, dass nach Durchschneidung der *Nn. splanchnici* das Abhängigkeitsverhältniss zwischen den Gefässen

des Unterleibs und dem Gefässnervencentrum durchaus nicht aufgehoben erscheint, es kann aber ebensowenig in Abrede gestellt werden, dass nach Massgabe des Übergewichtes der im Splanchnicus enthaltenen vasomotorischen Fasern bei verschiedenen Thieren auch dieses Abhängigkeitsverhältniss verschieden ist.

Hierin liegt der Schlüssel zur Erklärung des jeweiligen Erfolges und Misserfolges des auf letztere Weise angestellten Hemmungsversuches. Dort nämlich, wo der Ausfall der *Nn. splanchnici* hinreichend ersetzt wird, wo also die Darmgefässe zum vollkommenen Verschluss gebracht werden, wie man dies vor Allem im XXVI. Versuche — wo auch die Blässe des Darms während der Ruhe deutlich ausgesprochen erschien — aber auch in der 2. Reizung des XXV. und der 1. Reizung des XXX. Versuches annehmen darf, wurde die Bewegung des Darms sistirt; in den übrigen Versuchen, wo, wie die niedrigen Verhältnisszahlen — von denen man zudem, wie auch von den frühern, einen nicht näher bestimmbaren, der Contraction anderer Arterien entsprechenden Werth in Abzug bringen muss — aussagen, die Darmgefässe sich nur wenig, vielleicht auch gar nicht contrahirten, blieb die Sistisung der Darmbewegung aus.

Ist diese Erklärung richtig, d. h. sind, wenn die Hemmung ausbleibt, die die Darmgefässe beherrschenden motorischen Einflüsse zu gering und die Gefässcontractionen nicht kräftig genug, um jene Arbeit aufzubringen, die nöthig ist, um nicht nur den Gefässinhalt auszutreiben, sondern auch die andringenden Blutwellen in ihrem Laufe aufzuhalten, dann musste es möglich sein, die Bedingungen für den Hemmungserfolg dadurch günstiger zu gestalten, dass man im Verhältniss zur geringen Leistungsfähigkeit der Gefässmusculatur die von derselben zu überwindenden Widerstände möglichst herabsetzt. Dies geschieht, wenn man während der Reizung des Halsmarks die Brust-Aorta comprimirt. Durch diesen Eingriff wird nämlich die Triebkraft des Herzens für die Darm-Arterien vollständig eliminirt und die von der Gefässmusculatur zu leistende Arbeit nur auf ein Geringes — auf die Austreibung des Blutes — reducirt.

Die Stichhältigkeit dieser Erklärung wurde durch den directen Versuch vollkommen bestätigt.

Reizt man nämlich während der Compression der Aorta — ein Eingriff, der die Bewegung nur anfangs beruhigt, aber später nicht weiter beeinflusst, und den ich nach dem Vorgange von Ludwig und Thiry in der Weise ausführte, dass ich eine um die Aorta gelegte Fadenschlinge fest anzog — das Halsmark, so tritt oft selbst in jenen Versuchen die Hemmung der Darmbewegung ein, wo vor der Aorten-Compression die Reizung erfolglos blieb. Nur darf man während der Dauer einer Aorten-Compression den Versuch nicht oft und nicht kurz nacheinander wiederholen, weil sonst die spätern Reizungen ebenfalls erfolglos bleiben. Am allerbesten verfährt man, wenn man einige Secunden nach der Aorten-Compression — zu dieser Zeit sind die Bewegungen regelmässig im Gange — das Halsmark reizt, bald nachdem man sich von dem eingetretenen Stillstande überzeugt hat, die Compression löst und vor Wiederholung des Versuches den Darm sowohl als das Halsmark sich von den Folgen der Aorten-Compression und der elektrischen Reizung erholen lässt. In solcher Weise angestellt, kann man an einem und demselben Thiere den Versuch oft 10—20mal mit gleich eclatantem Erfolge wiederholen.

Beiläufig muss hier bemerkt werden, dass auch dieser Versuch als Beweis dafür zu gelten hat, dass es sich bei der Hemmungswirkung der Halsmarkreizung nach Durchschneidung der *Nn. splanchnici* nicht um unipolare Wirkungen handeln könne, da doch vor und nach der Compression der Aorta sich die elektrischen Leitungsverhältnisse vollständig gleich bleiben.

Übereinstimmend mit dem geschilderten Erfolge zeigt die während Compression der Aorta und Halsmuskelreizung an der *Art. cruralis* vorgenommene Messung des Blutdrucks — siehe *C*IV — eine — wie sich wohl nicht anders erwarten lässt — äusserst geringe Blutdrucksteigerung. Dass letztere, die man gleichfalls nur als den Ausdruck eines vermehrten Widerstandes auffassen muss, der sich infolge der Verschliessung der kleinen Arterien dem Abflusse des Blutes aus dem Stromgebiete des abgeklemmten Aortastammes in die Capillaren entgegenstellt, nur eine sehr geringe sein kann, ergibt sich daraus, dass in dem Producte aus



der Triebkraft, die das Blut in Bewegung setzt, und dem Widerstand, welcher derselben in den Gefässen entgegengesetzt wird, während der Aorten-Compression der erste Factor in Folge des Ausfalls der Triebkraft des Herzens auf ein äusserst geringes Mass, das der Elasticität und Contractilität der Arterienwände entspricht, reducirt ist, und demnach die verzeichnete Blutdrucksteigerung nur auf den zweiten Factor, der dem vermehrten Widerstand in den kleinen Arterien entspricht, sich bezieht. Dass letzterer ziemlich bedeutend ist, zeigen in Tabelle II die Verhältnisszahlen der 3., 4. und 5. Reizung des XXXIII. Versuches.

Da nun sowohl die Versuche, wo der Splanchnicus direct, oder das Halsmark während Erhaltung der *Nn. splanchnici* gereizt wurde, als auch die letztern Versuche, wo während der Reizung die *Nn. splanchnici* vollständig eliminirt waren, übereinstimmend darthun, dass die Hemmung der Darmbewegung stets im Gefolge einer Contraction der Darmgefässe auftritt, so muss man auch die Behauptung als vollkommen erwiesen ansehen, dass die im Gang begriffenen Darmbewegungen deshalb aufhören, weil durch Verschliessung der Darm-Arterien die motorischen Reize für den Darm entfernt werden und dass bei der Hemmungswirkung des Splanchnicus nur die vasomotorischen Eigenschaften dieser Nerven zur Geltung kommen.

Es bleibt allerdings noch die Annahme übrig, dass möglicherweise ausser dem *Nervus splanchnicus* noch andere Hemmungsnerven für den Darm existiren. Von dieser Annahme wird aber keineswegs die Behauptung berührt, dass der Splanchnicus kein Hemmungsnerv sei für den Darm, wie der Vagus für das Herz.

Während der Halsmarkreizung nach Durchschneidung der *Nn. splanchnici* fällt es auf, dass die der Ruhe des Darms vorangehenden Bewegungserscheinungen zumeist ganz ausbleiben oder sehr schwach sind. Es lässt sich diese Thatsache nicht mit Sicherheit erklären, weil unsere Kenntnisse von dem motorischen Einfluss des Centralnervensystems auf den Darm noch ziemlich mangelhaft sind. Es kann aber — mit einigem Rechte — angenommen werden, dieser Mangel der Bewe-

gungserscheinungen beruhe darauf, dass mit der Durchschneidung der *Nn. vagi* und *splanchnici* zwei erwiesene motorische Einflüsse ausser Spiel gesetzt werden. Diese Annahme steht auch vollkommen im Einklange mit der Ansicht, die ich oben gelegentlich der Discussion der dem Stillstande vorangehenden motorischen Erscheinungen ausgesprochen habe.

Wie die Pulszahlen in Tabelle II zeigen, ist nach Reizung des Halsmarks in der Mehrzahl der Fälle die Pulsfrequenz beschleunigt.

Gestattet allerdings, wie dies Knoll bei der Besprechung der Versuche von Bezold — der, so wie ich es that, die Elektroden ins Halsmark einbohrte — auseinandersetzt, meine Versuchsanordnung nicht, die Pulsbeschleunigung mit Sicherheit auf die Reizung des Halsmarks zu beziehen, so muss ich doch bemerken, dass grade meine Versuche durchaus nicht wie diejenigen Bezold's den Angaben Knoll's widersprechen, sondern dieselben vielmehr bestätigen. Die Halsmarkreizungen, die ich vornahm, beziehen sich auf einen Zeitraum, zu dem, wie dies die Untersuchungen Traube's und meine Untersuchungen mit Oser darthun, der Puls in Folge der Nicotineinwirkung grossentheils verlangsamt ist, und wenn nun der Versuch ergibt, dass während dieser Zeit die Reizung des undurchschnittenen Halsmarks die Pulsfrequenz vermehrt, so ist dies doch mit ein Beweis für die Behauptung von Knoll, dass bei der Halsmarkreizung nur der durch einen vorhergehenden Eingriff verlangsamte Herzschlag eine Beschleunigung erfährt.

In derselben Weise wie die elektrische Reizung des Halsmarks wirkt, wie dies schon durch die Untersuchungen von S. Mayer und mir dargethan wurde, das Aussetzen der Respiration hemmend auf die Darmbewegungen, und zwar, wie man jetzt mit Bestimmtheit behaupten kann, deshalb, weil das dispnoïsche Blut das Gefässnervencentrum erregt. Die Hemmung der Bewegung tritt aber nur dann ein, wenn das Halsmark intact ist. Nach Durchschneidung desselben ist es nicht mehr möglich, durch Aussetzen der Respiration die durch Nicotin hervorgerufenen peristaltischen Bewegungen zur Ruhe zu bringen. Die Durchschneidung der *Nn splanchnici* hindert

— was für die Richtigkeit meiner Behauptung von wesentlicher Bedeutung ist — nicht den Hemmungserfolg. In Übereinstimmung hiemit lehrt die Messung des Blutdrucks, dass, so oft die Hemmung der Darmbewegung auftritt, auch der Blutdruck beträchtlich ansteigt, dass aber die Blutdrucksteigerung unterbleibt, wenn die Bewegungen nicht sistirt werden. Die Reihenfolge der am Darme zu beobachtenden Erscheinungen ist hiebei ganz dieselbe, wie ich sie früher beschrieben.

Noch auffallender und von verlässlich constantem Erfolge begleitet ist die Injection kleiner Nicotinmengen, wenn man dieselbe vornimmt, während die Därme in Bewegung begriffen sind. Hiebei ist es gleichgiltig, ob diese Bewegung eine spontane ist, oder ob sie einer vorhergegangenen Nicotininjection ihre Entstehung verdankt.

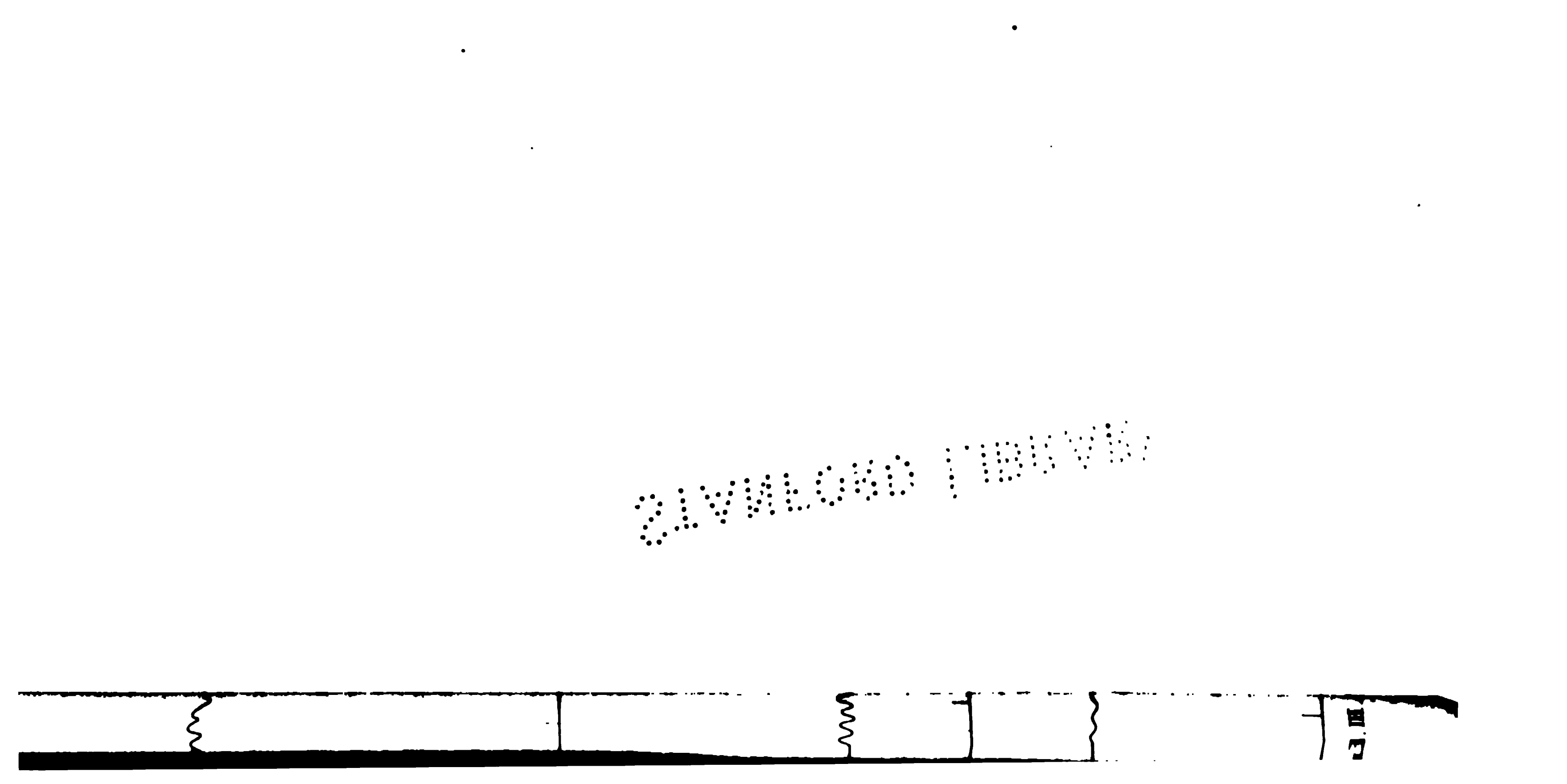
Immer zeigt sich als unmittelbare Wirkung der Nicotininjection ein heftiger Bewegungsstoss, dem unmittelbar Stillstand der bewegten Darmschlingen folgt. Zu Beginn des Stillstandes sind die Ringmuskelfasern ziemlich lange Zeit tonisch contrahirt, und es ist diese Contraction so energisch, dass der Darm wie im Tetanus begriffen erscheint. Allmälig aber löst sich derselbe und die Därme erschlaffen vollständig.

Wie ersichtlich, hat man hier die gleiche Erscheinungsreihe vor sich, die sowohl nach directer Reizung der Splanchnicus, als nach Reizung des Halsmarks während Erhaltung der *Nn. splanchnici* zur Beobachtung kommt, mit dem Unterschiede nur, dass die einzelnen Glieder derselben zeitlich mehr auseinanderrücken und das Gesammtbild gewissermassen ausgedehnter erscheint.

Die früher angeführte Annahme, dass die der vollständigen Erschlaffung des Darms vorhergehenden motorischen Erscheinungen einerseits auf Rechnung der motorischen Einflüsse zu setzen seien, die zugleich mit den hemmenden zur Wirkung gelangen, anderererseits aber als eine Folge des ungleichen Verhaltens der Ring- und Längsmuskelfasern den hemmenden Einflüssen gegenüber aufzufassen sei, kann auch für die eben angeführten durch Dispnoë und Nicotin hervorgerufenen Hemmungserscheinungen aufrecht erhalten werden. Sowie bei der

directen Splanchnicus-Reizung kommen auch hier motorische Einflüsse auf die Darmmusculatur und hemmende, bedingt durch die Contraction der Gefässe, gleichzeitig zur Geltung. Die in Rede stehenden Erscheinungen lauten überdies der erwähnten Annahme insoferne günstiger, als hier die der Erschlaffung vorangehenden motorischen Erscheinungen nicht auf anderweitige Ursachen bezogen werden können, wie dies in jenen Versuchen der Fall ist, wo elektrische Reize zur Anwendung kommen.

Die Hemmungswirkung, die nach der Nicotininjection eintritt, bleibt sich vollständig gleich, man mag das Halsmark durchschnitten haben oder nicht, oder es mögen die *Splanchnici* erhalten oder eliminirt sein. Der vasomotorische Einfluss des Nicotins ist eben, wie dies schon meine Untersuchungen mit Oser gelehrt haben und wie ich mich durch erneuerte Versuche, in denen ich zugleich Blutdruckmessungen vornahm, überzeugte, ein so mächtiger, dass unter demselben die kleinen Arterien unter allen Umständen zum Verschluss gelangen.



Puls nach Reizung.	Verhältniss nach und vor Reizung.	Bemerkungen.
—	—	1. Keine Sistirung — leichte Bewegungsverstärkung.
—	—	2. Deutliche Sistirung — motor. Erscheinung vorher sehr ausgesprochen.
6	1·00	3. Der gleiche Effect wie früher.
7	1·00	4. „ „ „ „ „
7	1·00	5. „ „ „ „ „
5	0·7	1. Einige Schlingen in ihrer Bewegung sistirt.
4	0·8	2. Deutliche Sistirung aller sichtbaren Bewegungen — vorhergehende motorische Erschei-

s ng.	Puls nach Reizung.	Verhältniss nach und vor Reizung.	Bemerkungen.
	—	—	1. Deutliche Sistirung der Darmbewegung.
	12	1·2	2. Keine Sistirung, Darmbewegung dauert fort.
	13	1·18	3. Deutliche, kurzdauernde Sistirung.
	15	1·5	1. Sistirung über 3′ anhaltend.
	14	1·5	2. Sistirung nahezu 2′ andauernd.
	13	1·08	3. Sistirung 23″ andauernd.
	16	1·14	1. Sistirung deutlich.
	17	1·3	2. Keine Sistirung — Darmbewegung beruhigt.
	15	1·0	3. Keine Sistirung.
	14	1·0	4. Keine Sistirung.
	—	—	5. Deutliche Sistirung.
	—	—	6. Deutliche Sistirung. NB.: Hierauf wurden die Darmbewegungen noch mehr als 10 Mal durch Halsmarkreizung sistirt.
	15	1·0	1. Keine Sistirung.

Erklärung der Abbildungen.

ve I und II beziehen sich auf Versuche, in denen der Splanchnicus direct gereizt wurde.

ve III und IV beziehen sich auf Versuche, in denen das Halsmark nach vorangegangener Durchschneidung der beiden *Nn. splanchnici* gereizt wurde. Bei *C* IV war die Aorta comprimirt.

Bei sämmtlichen Versuchen, auf die sich die Curven beziehen, rde der Blutdruck an der *Art. cruralis* bestimmt; die Curven selbst rden sämmtlich mit dem Quecksilbermanometer verzeichnet.

R bedeutet Darmruhe.

Die einzelnen Abscessen-Segmente entsprechen Sekunden,

Der Widerstand der Gefässwände im normalen Zustande und während der Entzündung.

Von **Felix v. Winiwarter**, Stud. med.
(Aus dem physiologischen Institute der Wiener Universität.)

(Mit 1 Tafel.)

Nachdem Stricker rothe Blutkörperchen durch die Wandung der Gefässe hatte durchtreten sehen, und nachdem es durch die Arbeiten von Cohnheim zur allgemeinen Anerkennung gebracht worden war, dass weisse Blutkörperchen während des Entzündungsprocesses in grosser Masse durch die Wandungen der Gefässe ohne sichtbare Ruptur derselben, also nach dem Ausdrucke der alten Pathologen per diapedesim austraten, während sie dies im Normalstande nicht thun, musste die Frage aufgeworfen werden, auf welche Weise erfolgt dieser Austritt und wie ist er etwa in einer krankhaften Veränderung der Gefässwände begründet.

Es war von vorneherein klar, dass die normalen Gefässe nicht etwa kleine Löcher besitzen, an welchen die Blutkörperchen für gewöhnlich vorübergehen, durch welche sie sich aber auch unter Umständen hindurchdrängen können, denn vieljährige Erfahrungen über Injectionen mit löslichem Berlinerblau, das in die feinsten Öffnungen und Canäle eindringt, hatten gezeigt, dass sich nach ihnen der Contour der Gefässwand, auch der der Capillaren, in der Regel durchaus rein und intact zeigt. Indessen hatte schon Hering gefunden, dass sich auch durch die normale Gefässwand colloide Substanzen hindurchdrängen lassen; er injicirte curarisirte Frösche unter dem Mikroskope mit verschiedenen Colloidsubstanzen und konnte Extravasation derselben

beobachten. Dieselbe erwies sich nicht so sehr abhängig von der Höhe als von der Dauer des Druckes, eine Thatsache, die darauf hindeutet, dass der Austritt weder ohne weiters durch vorhandene Öffnungen erfolgte, noch durch plötzliches Entstehen von solchen, sondern vielmehr durch langsames, locales Überwinden eines vorhandenen Widerstandes.

Ich stellte mir nun zunächst die Aufgabe, die Widerstandsfähigkeit der Gefässwände in entzündeten Partien mit der in normalen zu vergleichen. Die Versuche wurden am Mesenterium des Frosches angestellt und die Entzündung durch Cantharidin hervorgerufen. Die käufliche Canthariden-Tinctur der Apotheke wurde zur gänzlichen Entfernung des Alkohols abgedampft und der Rückstand in destillirtem Wasser suspendirt. Mit dieser Masse wurde das Mesenterium des aus einer Bauchwunde behutsam hervorgezogenen Darms mehrmals bepinselt, dann der Darm in die Bauchhöhle zurückgebracht und die Bauchwunde durch die blutige Naht geschlossen. Das Thier wurde am nächsten Tage injicirt und zum Vergleiche jedesmal auch ein gesundes. Ich injicirte nun sowohl in die Gefässe des entzündeten Mesenteriums als auch in die Mesenterialgefässe gesunder Frösche dieselbe Injectionsmasse, bestehend aus Wasser, löslichem Berlinerblau und so viel Leim, dass die Masse bei Zimmertemperatur nur langsam, etwa erst nach einer Stunde, gelatinirte.

Meine Versuche wurden sämmtlich an Sommerfröschen angestellt, und sowohl bei den Versuchen an gesunden als bei den an krank gemachten Thieren, gleiche Zeiten, 3—5 Minuten, verwendet. Um auch den Injectionsdruck möglichst gleich zu machen, bediente ich mich nicht der Spritze, sondern des Hering'schen Injectionsapparates mit constantem Drucke. Ich begann mit einem Drucke von 140 Millimetern Quecksilber und ging bis zu einem Drucke von 25 Millimetern Quecksilber herab.

Das Resultat dieser an beiläufig 70 Fröschen vorgenommenen Injectionen lautete dahin, dass sowohl im normalen als auch im entzündeten Mesenterium Injectionsmasse durch die Wand hindurchtritt, dass sich aber insofern ein wesentlicher Unterschied zeigt, als im entzündeten die Austritte von Injectionsmasse

häufiger und umfangreicher sind und dass sie sich bis zu dem niedrigsten Drucke, den ich in Anwendung brachte, dem von 25 Millimeter Quecksilber, verfolgen lassen, während im normalen nur in den Fällen Austritte beobachtet wurden, in welchen der Druck 70 Millimeter überschritten hatte.

Bei einem Drucke von 70 Millimeter, der im normalen Mesenterium noch gar keine Austritte ergab, waren dieselben im entzündeten schon äusserst zahlreich, wie es die Fig. 1 zeigt. Die Gefässe sind hier vollgestopft mit rothen Blutkörperchen und in den zahlreichen Austritten sieht man sowohl die Injectionsmasse als auch die Blutkörperchen, welche mit derselben ausgetreten sind. Bei sehr hohem Drucke verbreitet sich die Injectionsmasse in den interstitiellen Gewebräumen, welche das Quellgebiet der Lymphgefässe darstellen.

Ich habe dies auf Fig. 2*a* bildlich dargestellt. Die Figur ist einem entzündeten Mesenterium entnommen, das bei 140 Millimeter Druck injicirt wurde. Im normalen Mesenterium habe ich auch bei so hohem Drucke niemals eine ähnliche Verbreitung der Injectionsmasse gesehen, sondern nur vereinzelte Austritte, welche theils, wie der Augenschein lehrte, durch Ruptur entstanden waren, theils nur in einer geringen Menge von Injectionsmasse bestanden, welche ähnlich wie in Figur 1 nur eine kurze Strecke in das umgebende Gewebe eingedrungen war.

Eine andere Reihe von Versuchen habe ich in der Weise angestellt, dass die Frösche durch ihre Herzthätigkeit selbst die Injectionsmasse in ihre Gefässe hineinpumpten. Ich verband eine Glasröhre, die unten in einen feinen umgebogenen Schnabel ausging, an ihrem oberen Ende mit einem Kautschukschlauche, der, nachdem die Röhre mit Injectionsmasse gefüllt war, mittelst Quetschhahns geschlossen wurde. Der Schnabel wird in die Vena cava des lebenden Frosches gebracht, der Quetschhahn geöffnet und so die Masse in den rechten Vorhof hinabgelassen, von wo sie in das Herz übergeht und von diesem in die Gefässe getrieben wird. Für diese Versuche müssen die Frösche noch gut bei Kräften sein, damit das Herz sich noch hinreichend lange und kräftig contrahire. Ich nahm deshalb hier die Injection nicht erst am anderen Tage vor, sondern sobald sich die

Entzündung hinreichend entwickelt hatte. Um sie rascher zur Entwicklung zu bringen, wendete ich eine grössere Menge von Cantharidin an. Auch darf bei diesen Versuchen die Injectionsmasse nicht gewärmt sein, weil das Herz sonst nach ein paar raschen Contractionen stillsteht. Es musste deshalb auch hier eine Injectionsmasse mit geringerem Leimzusatze angewendet werden, als bei den früheren Versuchen. Bei diesen Vorsichtsmassregeln ist es doch nicht immer möglich, eine vollkommene Injection zu erhalten; denn auch das Herz eines mittelgrossen kräftigen Frosches macht in der Regel nicht mehr als 8 bis 9 Contractionen, nachdem es sich mit der Masse gefüllt hat. Doch gelang es mir, einige gute Injectionen sowohl von entzündeten als normalen Mesenterien herzustellen. Nur an entzündeten zeigten sich Austritte. Die Injectionsmasse bot in ihnen das Bild zarter Fäden dar, welche manchmal ein oder mehrere Blutkörperchen umschlossen, wie dies auf Fig. 2 *b* nach der Natur abgebildet ist.

Blicken wir auf das Gesammtresultat der Versuche zurück, so erweisen sie, dass im entzündeten Mesenterium durch eine vis a tergo Austritte veranlasst werden, welche im normalen keine hervorbringt, und dass eine vis a tergo, welche im Stande ist, auch im normalen Mesenterium Austritte hervorzubringen, im entzündeten deren viel zahlreichere und grössere hervorbringt. Wenn man hieraus schliesst, dass die Gefässe im entzündeten Zustande einen geringeren Widerstand darbieten als im normalen, so darf man nicht übersehen, dass zwar die vis a tergo im Versuche und Gegenversuche gleichgemacht werden konnte, dass aber doch der Seitendruck an Ort und Stelle nicht gleich war. Im entzündeten Gewebe, in dem die Gefässe mit Blutkörperchen vollgestopft sind, findet die Injectionsmasse einen grösseren Widerstand als in normalen Gefässen, und in Folge dessen muss bei gleicher vis a tergo der Seitendruck an Ort und Stelle ein höherer werden.

In der That überzeugt man sich beim Injiciren durch den Augenschein, dass die Injectionsmasse in den Gefässen des entzündeten Mesenterium weniger frei und leicht fortschreitet als in denen des gesunden, ein Verhalten, das in gleicher Weise im entzündeten lebenden Gefässe das Blut zeigen muss.

Wenn man aber berücksichtigt, dass im entzündeten Mesenterium schon bei 25 Millimeter Injectionsdruck Austritte beobachtet wurden und im gesunden Mesenterium erst dann, wenn der Injectionsdruck 70 Millimeter überschritt, so muss man es immerhin für höchst wahrscheinlich halten, dass auch die Gefässwandung selbst durch den Krankheitsprocess eine wesentliche Veränderung erlitten habe, infolge derer sie dem Durchtritte von Injectionsmasse und von rothen und weissen Blutkörpern weniger Widerstand entgegensetzt als im Normalzustande.

Leider habe ich die neuesten Untersuchungen von Cohnheim über die Entzündung erst gelesen, als meine Arbeit bereits im Drucke war, und ich füge daher nachträglich bei, dass Cohnheim durch seine Untersuchungen an lebenden entzündeten Gefässen ebenfalls zu dem Schlusse gelangt, dass die Gefässwandung selbst wesentliche Veränderungen erleidet, deren Art jedoch er anzugeben nicht im Stande ist.

Winiwart

2.a.

2.b.

Verf. Ir



XVII. SITZUNG VOM 19. JUNI 1873.

Der Secretär legt zwei Denkmünzen vor, wovon die eine aus Anlass der Säcularfeier der k. belgischen Akademie der Wissenschaften und Künste, und die andere zur Erinnerung an den tausendjährigen Bestand des norwegischen Reiches geprägt worden ist. Erstere wurde von der Akademie zu Brüssel und letztere von der Universität zu Christiania eingesendet.

Derselbe legt ferner folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Normaler Blüthen-Kalender von Österreich-Ungarn. Reducirt auf Wien". III. Theil, vom Herrn Vice-Director K. Fritsch in Salzburg.

„Beiträge zur Chemie der Knochen", von den Herren Professor Dr. R. Maly und Dr. Jul. Donath in Innsbruck.

„Über eine neue Curve sechsten Grades", vom Herrn Jos. Wesely, Bibliothekar der polytechnischen Institute in Prag.

„Über einige Anwendungen der Luftreibung bei Messinstrumenten", vom Herrn Prof. A. Toepler in Graz.

Diese Mittheilung ist für den Anzeiger bestimmt.

Herr Prof. Dr. Ed. Suess legt eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung: „Die Erdbeben Nieder-Österreichs", vor.

Herr Dr. Joh. Holetschek, Assistent an der k. k. Wiener Sternwarte, überreicht eine Abhandlung: „Bahnbestimmung des ersten Kometen vom Jahre 1871".

Herr Dr. K. Heitzmann theilt die Ergebnisse von Versuchen über die Wirkung der Milchsäurefütterung auf Thiere mit.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Anstalt, k. ungar. geologische: Mittheilungen aus dem Jahrbuche. I. Band, 2. Heft. Pest, 1872; gr. 8⁰.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 17. Wien, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1943—1944. (Bd. 81. 23—24.) Altona, 1873; 4°.

Ateneo Veneto: Atti. Serie II. Vol. VIII. 1870—71. Venezia, 1873; 8°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLVII. Nr. 185. Genève, Lausanne, Paris, 1873; 8°.

Christiania, Universität: Akademische Schriften aus den Jahren 1869—1872. 4° & 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVI, Nr. 22. Paris, 1873; 4°.

Gerdts, A. E., Rationelle Heilung des Stotterns und Kräftigung der Sprachorgane zur Selbsthilfe. Siegburg, 1873; 8°.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. Bd. XVI (neuer Folge VI), Nr. 5. Wien, 1873; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 23—24. Wien, 1873; 4°.

Hirsch, A., et E. Plantamour, Nivellement de précision de la Suisse exécuté par la Commission géodésique fédérale. 4ᵉ Livraison. Genève, Bale, Lyon, 1873; 4°.

Hoffmann, Joseph, Das Wiener k. k. allgemeine Krankenhaus. Wien, 1873; 8°.

Institut, Königl. Preuss. geodätisches: Astronomisch-geodätische Arbeiten im Jahre 1871. Leipzig, 1873; 4°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo IIᵒ, Serie IVᵃ, Disp. 6ᵃ. Venezia, 1872—73; 8°.

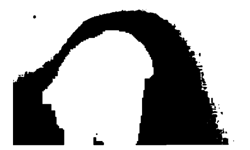
Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 12. Graz, 1873; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k. in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1873, Nr. 9. Wien; 8°.

Liais, Emmanuel, Climats, Géologie, Faune et Géographie botanique du Brésil. Paris, 1872; gr. 8°.

Nature. Nrs. 188—189, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Prochaska, A., die Firma Joh. Dav. Starck, und ihre Berg- Mineral-Werke und Fabriken. Pilsen, 1873; 8°.



„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger.“ IIe Année, 2e Série, Nrs. 49—50. Paris, 1873; 4°.

Société géologique de France: Bulletin. 2e Série, Tome XXIX. 1872. Nrs. 1—7; 3e Série, Tome Ier. 1873. Nrs. 1—2. Paris; 8°.

Society, The Royal Dublin: Journal. Vol. VI, Nr. 2. Dublin, 1872; 8°.

Verein für siebenbürgische Landeskunde: Archiv. N. F. X. Bd., 2. & 3. Heft. Hermannstadt, 1872; 8°. — Jahresbericht für das Vereinsjahr 1871/72. Hermannstadt; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang Nr. 24. Wien, 1873; 4°.

XVIII. SITZUNG VOM 26. JUNI 1873.

Herr Dr. K. Heitzmann legt eine Abhandlung: „Über die Lebens-Phasen des Protoplasmas" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXVI, Sess. 4ª. Roma, 1873; 4º.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 18. Wien, 1873; 8º.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1945. (Bd. 82. 1.) Kiel, 1873; 4º.

Buffalo Society of Natural Sciences: Bulletin. Vol. I. Nr. 1. Buffalo, 1873; 8º.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVI, Nr. 23. Paris, 1873; 4º.

Gesellschaft der Wissenschaften, Königl. böhmische: Abhandlungen vom Jahre 1871—1872, VI. Folge. V. Band. Prag, 1872; 4º. — Sitzungsberichte. Jahrgang 1871; Jahrgang 1872, Januar—Juni. Prag; 8º. — Základy starého místopisu Pražského. Oddíl III, IV, V. W Praze, 1872; 4º. *Regesta diplomatica nec non epistolaria Bohemiae et Moraviae. Pars II. Vol. 1 & 2. Pragae, 1872;* 4º.

— Deutsche geologische: Zeitschrift. XXIV. Band, 4. Heft; XXV. Band, 1. Heft. Berlin, 1871 & 1873; 8º.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Band, Nr. 12. Wien, 1873; 4º.

Gewerbe - Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrg. Nr. 25. Wien, 1873; 4°.

Horsford, E. N., Address at the Morse Memorial Meeting in Faneuil Hall, April 16, 1872. Boston, 1872; 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie & verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XXXIX, Heft 4. Speyer, 1873; 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band VII, 4. Heft. Leipzig, 1873; 8°.

Lipschitz, R., Extrait de six mémoires publiés dans le Journal de mathématique de Borchardt. Paris; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873, Heft VI. Gotha; 4°.

Moniteur scientifique du Dr. Quesneville. 17e Annèe, 3e Série. Tome III. 378e Livraison. Paris, 1873; 4°.

Nature. Nr. 190, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Pettenkofer, Max von. Über Nahrungsmittel im Allgemeinen und über den Werth des Fleischextractes als Bestandtheil der menschlichen Nahrung insbesondere. Braunschweig, 1873; 8°.

Redtenbacher, Anton, Die Cephalopodenfauna der Gosauschichten in den nordöstlichen Alpen. (Abhlgn. der k. k. geolog. Reichsanstalt. Bd. V, Heft Nr. 5.) Wien, 1873; Folio.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". IIe Année, 2e Série, Nr. 51. Paris, 1873; 4°.

Scacchi, Arcangelo, Note mineralogiche. Memoria prima. Napoli, 1873; 4°.

Société Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XVIIe Année, Nr. 2. Constantinople, 1873; 4°.

Strohecker, J. Rud., Über die Krystallisation des Wassers. (Aus „Die Natur" Jahrg. 1873, Nr. 10—12.) 4°.

Tommasi, D., Sur les dérivés acides de la naphtylamine. Paris; 4°.

Verein, naturwissenschaftlicher, in Hamburg: Abhandlungen. V. Band. 3. Abth. Hamburg, 1872; 4°. — Übersicht der

Ämtervertheilung und wissenschaftl. Thätigkeit des Vereins im Jahre 1871. 4⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 25. Wien, 1873; 4⁰.

Woldřich, J., Geologischer Bericht über den Brüxer Schädel etc. Wien, 1873; 8⁰.

Wolf, Rudolf, Astronom. Mittheilungen. XXXIII. März 1873; 8⁰.

Untersuchungen über das Protoplasma.

Von C. Heitzmann.

III. Die Lebensphasen des Protoplasmas.

(Mit 1 Tafel.)

Amoeben. In Präparaten, welche am 3.—4. Tage nach Zurichtung eines Aufgusses [1] dem letzteren entnommen werden, trifft man spärlich nicht über 0·008 Mm. grosse Klümpchen Protoplasmas, welche träge Ortsveränderungen ausführen. Dieselben erscheinen glänzend, gelblich, von einem sehr dichten Netzwerke lebender Materie aufgebaut, und ab und zu von sehr kleinen Vacuolen durchsetzt. Ein Kern ist in einer solchen jugendlichen Amoebe nicht zu erkennen.

An späteren Tagen findet man nebst Amoeben von dem geschilderten Umfange auch solche, welche die Grösse der ersteren um ein Mehrfaches übertreffen, feinkörnig sind und lebhafte Form- und Ortsveränderungen ausführen. Jede dieser Amoeben besitzt je Einen matt grauen, homogen aussehenden Kern.

In Präparaten aus der 3.—4. Woche der Infusion sind nebst jüngeren Amoeben stets solche in grosser Zahl sichtbar, welche verschieden zahlreiche gröbere, glänzende, gelbliche Körner enthalten. Diese Körner liegen entweder zerstreut im Amoebenleibe, oder sie bilden dichte Gruppen, deren Grösse jene des Kerns nicht wesentlich überschreitet. Die zerstreuten sowohl wie die in Haufen zusammengeballten Körner sind mit dem

---

[1] Die zur Herstellung von Infusionen benützte Methode ist in meinem Aufsatze: „Über den Bau des Protoplasmas“ (diese Sitzungsberichte) beschrieben.

Netzwerke der lebenden Materie innerhalb des Klümpchens in continuirlichem, durch feine Fädchen vermittelten Zusammenhange. Die blassen, grauen Kerne dieser älteren Amoeben sind stets von kleinen Vacuolen durchsetzt.

Wenn man einem amoebenhältigen Präparate aus den ersten Tagen der Infusion einen Tropfen zur Hälfte mit Wasser verdünnten Glycerins zusetzt, so fährt jede Amoebe in dem Augenblicke, in welchem sie das Glycerin trifft, mit einem heftigen Rucke zu je einem homogenen, gelblichen, stark glänzenden Klümpchen zusammen, dessen Umfang nur einen kleinen Bruchtheil des früheren Leibesumfanges der Amoebe ausmacht. Oder die Amoebe schrumpft zu einem zackigen, von Vacuolen durchbrochenen Klümpchen zusammen, welches sich unter Bersten der peripheren Vacuolen in wenig Secunden zu einem nahezu homogenen Klümpchen umwandelt. Solche Klümpchen bleiben in der Regel unverändert.

Amoeben aus späterer Zeit verhalten sich gegen die Einwirkung des Glycerins nicht alle gleich. Hat man im Sehfelde eine blasse, feinkörnige, und eine mit gröberen Körnern versehene Amoebe, so erkennt man, dass, während letztere im Augenblicke des Zufliessens des Glycerins ziemlich rasch zu homogenen Klümpchen umgewandelt werden, erstere merklich träger schrumpfen. bisweilen nur Faltungen an der Oberfläche erhalten, um sofort wieder als blasskörnige Körper zu erscheinen, welche bewegungslos sind und nach und nach kugelig werden. Die meisten der von grob granulirten Amoeben herrührenden Klümpchen gehen nur allmälig in den Kugelzustand über, manche bleiben auch ganz unverändert. Welchen Einfluss übrigens die Concentration des Glycerins auf die Hervorrufung der geschilderten Erscheinungen, selbst bei Amoeben, welche sich in Einem Sehfelde befinden, ausübt, kann ich nicht entscheiden.

Durch das Wegdrainiren des Glycerins und Ersatz desselben durch Wasser, habe ich zwar sämmtliche Klümpchen allmälig in die Kugelform überführen, aber keines wieder zu Bewegungen veranlassen können.

Protoplasmakörper des Knorpels. Vergleicht man die Elemente des Knorpels von einem Säugethiere (in meinen

Fällen aus dem Kniegelenkknorpel des Oberschenkelbeins von Hunden, Katzen und Kaninchen) in verschiedenem Lebensalter mit einander, so ergeben die Befunde wesentliche, stets vom Alter des Thieres abhängige Unterschiede.

In den Knorpelhöhlen von einem 5-tägigen Hunde (Fig. 1) liegen Protoplasmakörper, deren Kerne homogene, oder von kleinen Vacuolen durchbrochene, gelbliche und stark glänzende Massen darstellen. Ausser diesen gibt es aber auch zahlreiche, kleinere Knorpelhöhlen, die nur von einer Masse erfüllt sind, welche in allen Eigenschaften mit jener der Kerne der früher geschilderten Knorpelkörper übereinstimmt.

Bildet diese Substanz den Kern eines Protoplasmakörpers, dann senken sich die an seiner Periferie hervorbrechenden, konischen Speichen in das Maschenwerk des Protoplasmas ein; füllt sie hingegen allein die Knorpelhöhle aus, dann ziehen die Speichen durch den hellen Saum zwischen der Periferie des Klumpens und dem Rande der Knorpelgrundsubstanz in die letztere ein.

Im Knorpel eines 6-wöchentlichen Hundes[1] findet man Knorpelhöhlen (Fig. 2), deren Inhalt aus blassem, körnigen Protoplasma und aus Klümpchen einer homogenen, gelblich glänzenden Substanz in variabler Anordnung gebildet wird.

Man trifft einmal ein solches Klümpchen im Centrum je eines Knorpelkörpers; dann sind häufig mehrere Klümpchen der genannten Substanz von verschiedener Grösse in je einen Knorpelkörper eingebettet; oder endlich umgibt die Substanz den Körper als unvollkommene Schale, im optischen Durchschnitte als halbmondförmige Leiste. Knorpelhöhlen, welche nur die gelbliche, glänzende Substanz enthalten, sind spärlicher vorhanden, als im Knorpel des neugeborenen Thieres, und sie erscheint häufig von grösseren Vacuolen durchsetzt.

In der dünnen Lage Knorpelgewebes, welche beim 8—10-jährigen Hunde noch vorhanden ist, kommt die compacte,

---

[1] Von dieser Altersstufe an sind die Befunde im Knorpel der Kniegelenk-Condylen in meinen „Studien am Knochen und Knorpel" (Mediz. Jahrb. 1872) schon geschildert. Ich werde hier nur so viel wiederholen, als zum Verständnisse der Sache nöthig erscheint.

gelblich glänzende Substanz in relativ nur sehr geringer Menge vor. Wo dieselbe in den Knorpelhöhlen vorhanden ist, erscheint sie in der Regel mit Vacuolen versehen. Die meisten Knorpelhöhlen enthalten aber nur blasskörniges Protoplasma und bläschenförmige, dunkel contourirte, blasse Kerne mit einer variablen Anzahl von Kernkörperchen (Fig. 3).

Die bisherigen Schilderungen der Knorpelkörper beziehen sich übrigens sämmtlich auf die mittlere Region zwischen Gelenkfläche des Knorpels und Rand des Epiphysenknochens. An jüngeren Thieren trifft man die gelbe Substanz innerhalb der Knorpelhöhlen durchschnittlich desto massiger, je näher man dem Knochenrande zurückt. Hart an der Grenze des Knochens liegen in, von verkalkter Grundsubstanz umschlossenen, mächtigen Knorpelhöhlen, vorwiegend häufig central, grosse Klumpen der gelben Substanz, die hier mit zahlreichen Vacuolen versehen und bei schwächeren Vergrösserungen grobkörnig erscheint. Um jeden dieser Klumpen herum liegt eine Zone blasser, feinkörniger oder structurloser Substanz, welche durch einen schmalen, hellen Saum von der kalkigen Grundsubstanz getrennt ist. Derartige Bildungen fehlen beim alten Thiere ganz.

Protoplasmakörper des Knochens. Vergleicht man die Knochenkörper von einem neugeborenen mit denen von einem alten Hunde, so fallen sofort Unterschiede in dem Baue dieser Körper auf. Die Knochenhöhlen des ersteren (Fig. 4) enthalten je ein centrales, rundes, oblonges oder stumpf eckiges, kleine Vacuolen zeigendes Klümpchen von gelblicher Farbe und intensivem Glanze. Um dieses Klümpchen herum ist blasses, feinkörniges Protoplasma gelagert, und zwar gegen die Pole des Knochenkörpers hin massiger, als gegen die Mitte. Die vom Klümpchen abgehenden Speichen ziehen in das blasse Protoplasma ein, und an Stellen, wo letzteres anscheinend fehlt, direct in die Grundsubstanz des Knochens. Häufig begegnet man auch Knochenhöhlen, welche ganz von der gelben, glänzenden Substanz ausgefüllt sind.

Im Knochen eines etwa 10 Jahre alten Hundes (Fig. 5) finde ich Knochenkörper mit blassgelben, glänzenden Kernen nur spärlich, dagegen in überwiegender Menge Knochen-

höhlen, welche blasse Protoplasmakörper mit blassen Kernen enthalten.

Die letzteren stellen graue, vacuolenhältige Klümpchen dar, oder Bläschen mit je 1—2 gelben, glänzenden, dann in der Regel etwas grösseren, oder je 1—3 grauen, wenig glänzenden, in diesem Falle kleineren Kernkörperchen.

Protoplasmakörper des Knochenmarks. Im Markgewebe des Knochens sind gleichfalls auffällige Altersunterschiede vorhanden.

In den Markräumen eines Röhrenknochens vom neugeborenen Hunde (Fig. 6) liegen in einer anscheinend homogenen Grundsubstanz kleinere, rundliche und in die Länge gezogene, theils homogene, theils von Vacuolen durchsetzte, gelbliche, glänzende Klümpchen. Dann blasse Protoplasmakörper mit rundlichen Kernen von gleichem Aussehen, wie die eben geschilderten Klümpchen. Ferner blasse Körper, die keinen Kern besitzen, an Stelle desselben aber in Höhlen gelagerte 1—2 wenig glänzende Körperchen. Endlich sehr blasse, feinkörnige Protoplasmakörper, in denen weder Kern noch Kernkörperchen erkennbar ist.

Im weiteren Wachsthum des Thieres trifft man in compacten Knochen keine Markräume mehr, sondern nur Gefässcanäle [1]. Die Markelemente, welche in diesen Canälen den Raum zwischen Gefässwand und Knochenrand erfüllen, sind vorwiegend spindelförmig, und zwar theils gelbliche, vacuolenhältige Klümpchen, theils blasse Protoplasmakörper mit blassen Kernen, oder ganz ohne deutliche Kerne und Kernkörperchen (Fig. 7).

In allen hier aufgezählten Formen der Elemente des Markes werden die compacten Klümpchen, die blassen Protoplasmakörper, die Kerne und Kernkörperchen von hellen Säumen begrenzt, welche von jedem der genannten Formelemente aus von radiären Speichen durchzogen sind.

Bei sehr alten Thieren findet man Protoplasmakörper von

---

[1] Die localen Wachsthumsverhältnisse des Knochens sind in meiner Abhandlung: „Über die Rück- und Neubildung von Blutgefässen im Knochen und Knorpel“ (Mediz. Jahrb. 1873) geschildert.

den geschilderten Formen relativ sehr spärlich; die Protoplasmalagen in den centralen Markräumen der Röhrenknochen sind zum grössten Theile in Fett umgewandelt (Fig. 8).

Ich schliesse aus den erörterten Befunden, dass das Protoplasma Altersstufen besitzt.

Das seiner Form nach jüngste Protoplasma ist jenes, dessen lebende Materie ein compactes Klümpchen darstellt. Dasselbe hat folgende Eigenschaften:

Es sieht homogen aus, hat eine gelbe Farbe von verschiedener Intensität und Nüancirung, starken Glanz und die Eigenschaft, sich mit Carminlösung tief roth und nach Behandlung mit Goldchloridlösung violett zu färben, so, dass die gelbe Farbe neben der violetten erhalten bleibt[1].

In diesem Zustande ist also mit unseren Mitteln kein Netzwerk zu erkennen. Dieser Zustand ist demjenigen ähnlich, welcher in dem tetanischen Klümpchen (bei Contraction einer Amoebe) beobachtet wird. Er ist identisch mit dem von mir (l. c.) als „haematoblastisch" bezeichneten Zustande der lebenden Materie, in welchem aus derselben nachgewiesener Massen rothe Blutkörper und die erste Gefässwand hervorgehen. Für kleine Klümpchen dieser Substanz, welche direct zu rothen Blutkörpern werden, können wir den Namen „Haematoblasten" beibehalten auch dann, wenn die Bedeutung der haematoblastischen Substanz einen weiteren Kreis umfassen wird, als sie zu umfassen schien zur Zeit, da die Bezeichnung entstanden ist.

Die erste Differenzirung im jungen Protoplasma besteht in einer Ansammlung von Flüssigkeit in Vacuolen. Der Zustand, in welchem in der haematoblastischen Substanz Vacuolen nachweisbar sind, ist der nächst ältere, wie ihn die Klümpchen und Kerne aus den aufgezählten Geweben etwas älterer Thiere

---

[1] Nur bei dunkel- oder schwarzvioletter Färbung nach starker Goldwirkung fehlt die gelbe Nüance. Diese Farbe und der Glanz sind überhaupt desto weniger auffällig, je dünnere Plättchen die Substanz darstellt.

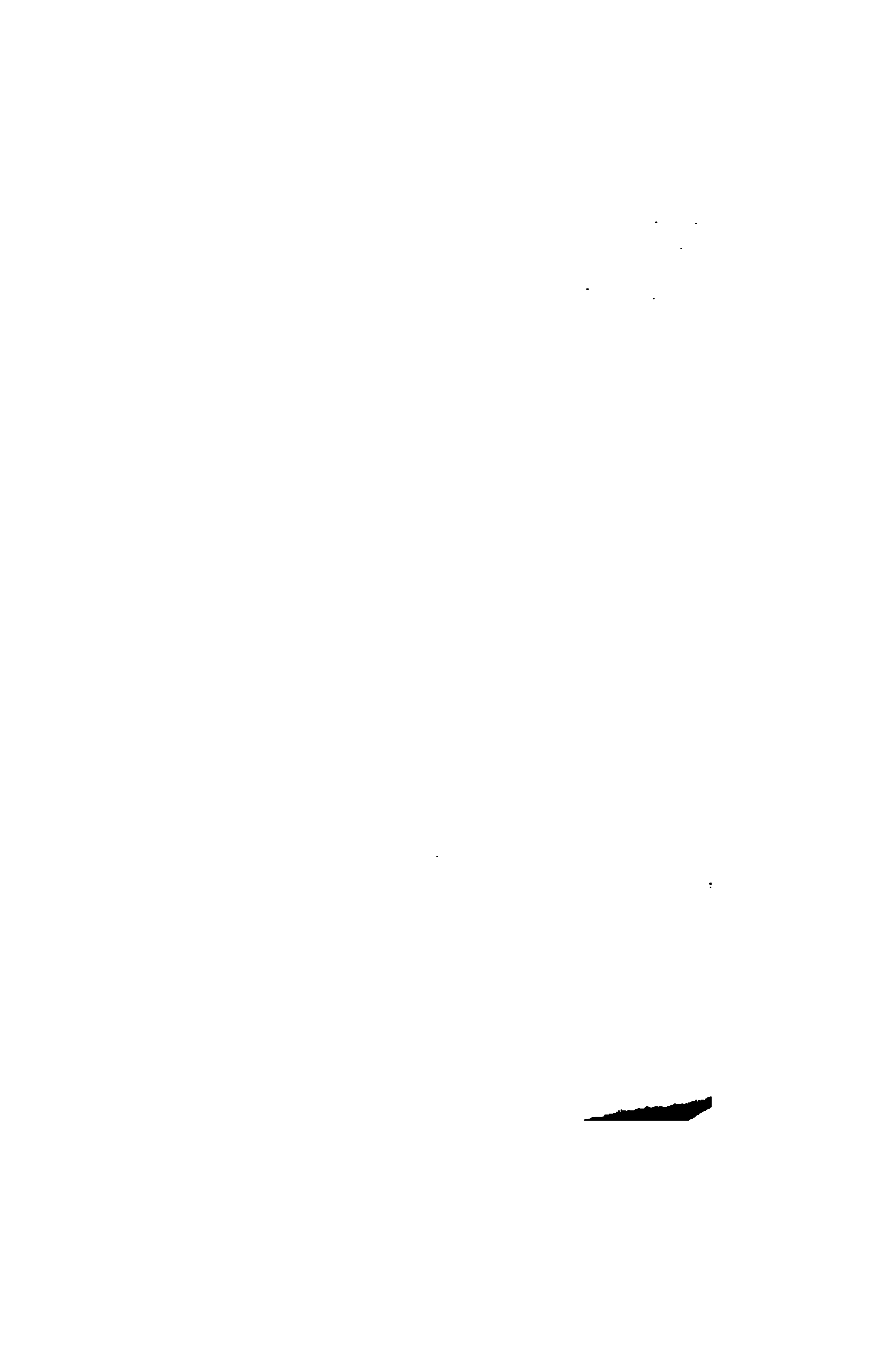
bieten. Auf dieser Differenzirung beruht die erste Bildung einer Gefässwand aus der lebenden Materie, indem die Vacuole eben die erste Gefässhöhle darstellt.

Nimmt die Ansammlung von Flüssigkeit in mehreren geschlossenen Höhlen des jungen Protoplasmas zu, dann wird die lebende Materie in Form eines Fachwerkes angeordnet sein. Gruppiren sich nun die Knotenpunkte desselben zu Körnchen, bei gleichzeitigem Durchbruch der Vacuolenwände, so ist ein Maschenwerk gegeben. Dies ist wieder eine ältere Lebensphase des Protoplasmas. Je gröber, gelber, glänzender und dichter angeordnet die Knotenpunkte des lebenden Maschenwerkes im Protoplasma erscheinen, um so näher steht dasselbe seinem Jugendzustande; und umgekehrt, je feiner, farb- und glanzloser die Körnchen, desto vorgeschrittener ist auch das Alter des Protoplasmas. Dass unter Umständen die lebende Materie innerhalb des Protoplasmaklümpchens, also endogen, wieder ihres Gleichen erzeugen kann, beweisen die Beobachtungen an älteren Amoeben. Hier sind die gröberen Körner neugebildete lebende Materie in Jugendform.

Mit dieser Erklärung lösen wir die geschilderten Altersunterschiede der Gewebselemente ohne Schwierigkeit. Das ursprünglich ganz homogene Protoplasmaklümpchen differenzirt sich unter Zunahme seines Umfanges an seiner Periferie zu einem Maschenwerke, während das Centrum, der Kern, homogen bleibt. Dann erfolgt die Differenzirung zu einem Fach-, später zu einem Maschenwerke im centralen Klümpchen, dem Kerne, so dass hier wieder compacte, kleinere Centren als Kernkörperchen zurückbleiben. Der letztere Zustand gibt das Zellenschema der Autoren.

Endlich hat die Differenzirung im ganzen Protoplasmakörper Platz gegriffen. Dann ist kein Kern, noch später auch kein Kernkörperchen sichtbar; der ganze Körper stellt ein Maschenwerk mit gröberen oder feineren Knotenpunkten dar, und dieser Zustand ist der unmittelbare Vorläufer der Bildung einer Grundsubstanz.

Diese Phasen macht die lebende Materie durch nicht nur in der normalen, progressiven Entwickelung aller Gewebe, sondern,




Heitzmann.
1.



SITZUNGSBERICHTE

DER

ERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXVIII. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

7.

t die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

identisch sind mit jenen der von mir als „haematoblastisch“ bezeichneten Substanz, welche nicht nur dem Knochenmarke, sondern im normalen Zustande auch dem Knochen und Knorpel zukommt. Die gelben Klümpchen sind aber noch keine Blutkörper, obgleich sie das Materiale zur Bildung derselben geben können.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Knorpelkörper aus einem Frontal-Durchschnitte des *Condyl. femor.* eines 5 Tage alten Hundes. Vergr. 800.

„ 2. Knorpelkörper aus einem Sagittal-Durchschnitte des *Condyl. femor.* eines 6 Wochen alten Hundes. Vergr. 800.

„ 3. Knorpelkörper aus einem Sagittal-Durchschnitte des *Condyl. femor.* eines 8—10 Jahre alten Hundes. Vergr. 800.

„ 4. Knochenkörper aus einem Längsdurchschnitte des Oberschenkelknochens eines 5 Tage alten Hundes. Vergr. 800.

„ 5. Knochenkörper aus einem Längsdurchschnitte des Oberschenkelknochens eines 8—10 Jahre alten Hundes. Vergr. 800.

„ 6. Markraum aus einem Längsdurchschnitte des Oberschenkelknochens eines 5 Tage alten Hundes. Vergr. 800.

„ 7. Gefässcanal aus einem Längsdurchschnitte der *Tibia* eines etwa 5 Jahre alten Hundes. *a.* Blutgefässe; *b.* Markelemente; *c.* Knochengewebe. Vergr. 800.

„ 8. Abschnitt aus dem centralen Markraume der *Tibia* eines 8—10 Jahre alten Hundes. *a.* Knochengewebe; *b.* Protoplasma-Lager; *c.* Protoplasma von Fettkugeln durchsetzt. Vergr. 800.

Sämmtliche Figuren sind von Chromsäure-Präparaten angefertigt.

Heitzmann. T.a

1.

6.

c

b

a

Gez. v. Verf. lith.

Aus d. k. k. Hof u. Staatsdruckerei

SITZUNGSBERICHTE

DER

ERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXVIII. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

7.

ilt die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

4*

XIX. SITZUNG VOM 10. JULI 1873.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Die Atakamit-Krystalle aus Süd-Australien", vom Herrn Oberbergrathe und Prof. Dr. V. R. v. Zepharovich.

„Ursachen des Erdbebens", vom Herrn Jos. Kregau, Diurnist beim Landesausschusse in Görz.

Herr Regierungsrath Dr. K. v. Littrow berichtet über eine neuerliche, durch Herrn W. Tempel in Mailand am 3. Juli d. J. gemachte Entdeckung eines teleskopischen Kometen.

Herr Oskar Simony, stud. phil., macht eine vorläufige, für den Anzeiger bestimmte Mittheilung über eine neue Moleculartheorie unter Voraussetzung Einer Materie und Eines Kraftprincipes.

Herr Prof. Dr. Jos. Boehm legt eine Abhandlung: „Über das Keimen von Samen in reinem Sauerstoffgase" vor.

Herr Dr. Karl Heitzmann überreicht eine Abhandlung: „Über die Entwickelung der Beinhaut, des Knochens und des Knorpels."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg: Mémoires. VIIe Série, Tome XIX, Nrs. 3—7. St. Pétersbourg, 1873; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Februar 1873. (Nr. 1.) Berlin; 8°.

Annalen der Chemie & Pharmacie, von Wöhler, Liebig, Kopp, Erlenmeyer & Volhard. N. R. Band XCI, Heft 1—3. Leipzig & Heidelberg, 1873; 8°.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 19. Wien, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1946—1948 (Bd. 82. 2—4). Kiel, 1873; 4°.

Comitato, R., geologico d'Italia: Bollettino. Anno 1873, Nr. 5 & 6. Firenze; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVI. Nrs. 24—25. Paris, 1873; 4°.

Gesellschaft der Wissenschaften, k. böhm. in Prag: Sitzungsberichte. 1873, Nr. 3. Prag; 8°.

— geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XVI (neuer Folge VI). Nr. 6. Wien, 1873; 8°.

— Oberhessische, für Natur- und Heilkunde: XIV. Bericht. Giessen, 1873; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang. Nr. 26—27. Wien, 1873; 4°.

Hamburg, Stadtbibliothek: Gelegenheitsschriften. 1872 & 1873. 4°.

Institution, The Royal, of Great Britain: Proceedings. Vol. VI, Parts 5—6. London, 1872; 8°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Memorie. Vol. XVII°, Parte 3ª. Venezia, 1873; 4°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie etc., von Alex. Naumann. Für 1870. 3. Heft. Giessen, 1873; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 13. Graz, 1873; 4°.

Löwen, Universität: *Annales Academiae Lovaniensis.* 1817—1826 (10 Bände). 4°. — Annuaire. 1872. XXXVIᵉ Année. Louvain; 12°. — Choix de Mémoires de la Société littéraire. XI. Louvain, 1872; 8°. — Revue catholique. Tomes VII & VIII. Louvain, 1872; 8°. — Theses. 8°.

Mittheilungen des k. k. techn. & administr. Militär-Comité. Jahrgang 1873, 4. Heft. Wien, 1873; 8°.

Museum, Geological, Calcutta: *Palaeontologia Indica.* Vol. IV, 1—2. Calcutta, 1872; 4°. — Memoirs in 8°. Vol. VIII, Parts 1 & 2; Vol. IX, Parts 1 & 2. — Records. Vol. V, Parts 1—4. 1872. Calcutta; kl. 4°.

Nature. Nrs. 191—192, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Naturforscher-Verein zu Riga: Correspondenzblatt. XIX. Jahrgang. Riga, 1872; 8°. — Die Bildung des Knochengewebes. Festschrift, von Ludwig Stieda. Leipzig, 1872; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bollettino meteorologico. Vol. VIII, Nr. 3. Torino, 1873; 4⁰.

Programm des k. k. Gymnasiums zu Meran. 1872/73. Meran, 1873; 8⁰.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatschrift für Forstwesen. XXIII. Band. Jahrgang 1873. Jänner—Juni-Heft. Wien; 8⁰.

Repertorium für Experimental-Physik etc., von Ph. Carl. IX. Band, 2. Heft. München, 1873; 8⁰.

„**Revue** politique et littéraire", et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". IIᵉ Année, 2ᵉ Série, Nr. 52; IIIᵉ Année, 2ᵉ Série. Nr. 1. Paris, 1873; 4⁰.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XIXᵉ, Revue bibliogr. E. Paris; 8⁰.

— Entomologique de France: Annales. IVᵉ Série. Tome Xᵉ, Partie supplémentaire. 2ᵉ & 3ᵉ Cahiers; Vᵉ Série. Tome IIᵉ. Paris, 1872; 8⁰.

— Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Tome XLVI, Année 1873, Nr. 1. Moscou; 8⁰.

Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg: Naturwissenschaftliche Jahreshefte. XXIX. Jahrgang, 1—3. Heft. Stuttgart, 1873; 8⁰.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftliche Veterinärkunde. XXXIX. Band, 2. Heft. Wien, 1873; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 26—27. Wien, 1873; 4⁰.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang, 8. Heft. Wien, 1873; 4⁰.

Untersuchungen über das Protoplasma.

Von C. Heitzmann.

IV. Die Entwickelung der Beinhaut, des Knochens und des Knorpels.

(Mit 1 Tafel.)

Periostgewebe. An Querschnitten von Röhrenknochen eines neugeborenen Hundes erkennt man, dass zwischen der streifigen Periostlage und dem Knochengewebe eine breite Lage von Markgewebe vorhanden ist[1] (Fig. 1), in welche sich hie und da streifige Züge der ersteren hinein erstrecken.

An Längsschnitten von der Oberfläche eines Röhrenknochens desselben Thieres sieht man im Periostgewebe den verschiedenen Altersstufen des Protoplasmas entsprechende Bildungen folgender Art:

Zwischen Längszügen schmaler, glänzender Bänder fallen zunächst Felder auf, welche Elemente enthalten, die jenen des Markgewebes vollkommen ähnlich (Fig. 2, *a*), oder als rundliche, mit deutlichen, blasenförmigen Kernen versehene Körper in reihenweiser Anordnung erscheinen, demnach sogenannte „Zellenketten" darstellen. Ferner sieht man längliche Felder, deren Inhalt platt spindelförmige Protoplasmakörper von sehr verschiedener Grösse bilden, in welchen keine oder nur sehr undeutliche Kerne definirbar sind (*b*). Dann Felder (*c*), in

---

[1] Diese Lage wurde von Th. Billroth (Archiv f. klin. Chirurgie. Bd VI.) als „Cambium" bezeichnet. — Al. Rollett bildet dieselbe am Querschnitte eines Vorderarmknochens des menschlichen Embryo von 5 Monaten ab. (Handb. der Lehre von den Geweben. Herausgegeben von S. Stricker. Art. „Bindesubstanzen". Fig. 15.)

welchen platte, rautenförmige Protoplasmakörper liegen, von denen einzelne, Kernkörperchen ähnliche Bildungen erkennen lassen. Endlich begegnet man Feldern (*dd*), deren rautenförmige Plättchen homogen, matt glänzend erscheinen, und schmalen, gleichfalls aus stark in die Länge gezogenen Rauten zusammengefügten Bändern und Leisten (*e*), welche sich durch eine eigenthümlich gelbliche Farbe und starken Glanz kennzeichnen. Die ersteren sind die eigentlichen „bindegewebigen" Bänder der Beinhaut; die letzteren entsprechen den als „elastische Bänder und Leisten" bezeichneten Bildungen.

Schon in guten Chromsäure-Präparaten, besser noch bei schwacher Goldfärbung des Präparates, lässt sich übrigens constatiren, dass jedes der bezeichneten grösseren Felder von seinem Nachbarfelde, und innerhalb der Felder jeder gekörnte oder homogene Körper von den Nachbarkörpern durch schmale, helle Säume getrennt wird, welche sämmtlich von zarten, grauen Speichen durchzogen werden. Selbst in den schmalen elastischen Bändern ist ab und zu eine schwache, quere Strichelung sichtbar.

Bei starker Goldfärbung eines solchen Präparates endlich verschwindet die Differenzirung in Felder und Bänder, und tauchen streckenweise spindelförmige, den Protoplasma-Körpern entsprechende, dunkel violett gefärbte Körper auf, während das ganze übrige Gewebe in ein theils fein-, theils grobkörniges Netzwerk zerlegt wird.

Entsprechend den (in einer früheren Abhandlung geschilderten) zwei Hauptformen des Periostgewebes erscheint dieses an Stellen, wo es ein vorwiegend streifig-faseriges Aussehen besitzt, aus schmalen, spindelförmigen Feldern von dem geschilderten Aussehen zusammengefügt. An Stellen hingegen, wo das Gewebe ein breitbänderiges ist, stellt jedes der Felder als Ganzes eine langgezogene Raute dar, und innerhalb derselben liegen vorwiegend oblonge, platte, kernhaltige Protoplasmakörper („Periostzellen") in ziemlich regelmässigen Zwischenräumen angeordnet. Zwischen den Rauten, bald mehrere derselben in langen Zügen vereinigend, bald einzelne in kleinere und grössere Felder zerlegend, ziehen schmale, glänzende Streifen — elastische Fasern. Dieselben sind an den Rautenwinkeln unter einander in verschieden spitzen Winkeln verbunden.

Wenn ein breiteres Band in Folge von Zerreissung des Gewebes mit dem Messer, am Rande des Präparates frei vorragt, erkennt man am Saume des mattglänzenden Bandes häufig, und zwar an einer oder an beiden Seiten desselben, je einen stark glänzenden Streifen, welcher das Band von etwa angrenzenden Protoplasmakörpern trennt.

Man kann demnach im Periostgewebe des neugeborenen Hundes alle Übergänge der Formen von Markelementen zu bald schmäleren, bald breiteren, platten, spindelförmigen Protoplasmakörpern überblicken. Man kann sich ferner überzeugen, dass aus letzteren durch eine, schrittweise zu verfolgende Veränderung theils „bindegewebige", theils „elastische" Fasern und Platten hervorgehen.

Knochengewebe. Beim neugeborenen Hunde erfolgt die Bildung von Knochengewebe innerhalb des Markgewebes, aus den Elementen des letzteren, und zwar zuerst in Form von Bälkchen, welche den Raum in der Mitte zwischen je zwei Blutgefässen oder Gefässgruppen einnehmen (Fig. 3). Die Grundsubstanz der Knochenbälkchen ist zart gestreift, hie und da undeutlich lamellirt.

Die Übergänge von Mark- zu Knochengewebe sind durch folgende Formen gegeben:

In grösseren Markräumen, wieder zwischen je zwei Blutgefässen, sieht man am Längsschnitte des Knochens häufig Gruppen und Züge von spindelförmigen Markelementen, welche theils gelblich glänzend und homogen, theils körnig, mit blasenförmigen Kernen versehen, theils endlich kernlos erscheinen und deren jedes von seinen Nachbarn durch schmale Säume abgegrenzt wird. An Querschnitten erscheinen diese Züge als runde oder oblonge Felder, zusammengefügt aus theils glänzenden, theils blasskörnigen Klümpchen, den Querschnitten der spindelförmigen Elemente. Ähnlichen Zügen begegnet man aber auch an den Rändern von schon fertigen Knochenbälkchen (Fig. 1 *c*) und ihre Totalgestalt entspricht jedesmal einer in die Länge gezogenen Spindel oder Raute.

Aus diesen Zügen gehen, wie man stufenweise verfolgen kann, durch Ablagerung von Kalksalzen, Knochenbälkchen her-

vor, in welchen in regelmässigen Abständen freie, kernhaltige Protoplasmakörper („Knochenzellen“) übrig bleiben.

Entsprechend den Spindelformen sämmtlicher, je einen Zug zusammensetzenden Protoplasmakörper, besitzt in diesem Falle auch die Grundsubstanz ein streifiges Aussehen.

An den, je einen Markraum begrenzenden Knochenrändern findet man im compacten Knochengewebe wachsender Thiere sehr häufig reihenweise beisammen stehende Markelemente, die von Gegenbaur[1] sogenannten „Osteoblasten“. Die knochenbildende Eigenschaft dieser Elemente wurde auch von späteren Forschern, Waldeyer[2] und Al. Rollett[3], anerkannt. Je eine Osteoblastenreihe ist die Grundlage für eine spätere Knochenlamelle.

Bevor die Infiltration mit Kalksalzen eintritt, erfolgt eine Umwandlung einer Anzahl der Osteoblasten zu blasskörnigen, kernlosen Körpern, deren Zusammenhang unter einander und mit den analogen Nachbarbildungen durch jene zarten Speichen erhalten bleibt, welche die die einzelnen Körper von einander scheidenden hellen Säume durchziehen. Nach erfolgter Infiltration mit Kalksalzen ist eine optische Differenzirung der Lamelle in einzelne Osteoblasten nur ausnahmsweise möglich und die Lamelle erscheint in diesem Falle aus polygonen Feldern zusammengesetzt. Weit häufiger aber verschwinden die optischen Grenzen zwischen den einzelnen Osteoblasten, und nur die centralen, protoplasmatischen Antheile der Lamelle bleiben als Knochenkörperchen erhalten. In letzterem Falle ist demnach aus einer Summe von Protoplasmakörpern ein, in seiner Totalgestalt in der Fläche schwach gekrümmter, linsenförmiger Körper hervorgegangen, eine Gewebseinheit, deren Centrum eben die „Knochenzelle“ darstellt. Eine Summe solcher linsenförmiger Gewebseinheiten constituirt aber je eine Knochenlamelle.

In der compacten Substanz der Röhrenknochen wachsender und erwachsener Thiere begegnet man endlich in der

---

[1] Jenaische Zeitschrift für Medizin und Naturwissenschaften. 1864 und 1866.

[2] Über den Ossificationsprocess. Archiv für mikroskopische Anatomie. Band I.

[3] L. c.

sogenannten Schaltsubstanz zahlreichen, rundlichen Feldern, welche je einen oder mehrere Knochenkörperchen enthalten. Nun trifft man auch innerhalb der Markräume rundliche Protoplasmakörper, theils mit mehreren Kernen, theils nur mit mehreren Kernkörperchen, theils endlich nur aus gröberen Körnern des Netzwerkes der lebendigen Materie zusammengesetzt. Diese Protoplasmalager (von ihrem Entdecker Ch. Robin „Myeloplaxes" genannt), sind, wie ich dies schon anderen Ortes[1] nachgewiesen habe, gleichfalls Vorläufer der Knochenbildung, indem in denselben ein Theil des Protoplasmas zu Grundsubstanz wird, welche sofort verkalkt; während ein nicht in Umwandlung zu Grundsubstanz einbezogenes Centrum als Knochenkörperchen („Knochenzelle") übrig bleibt.

In Röhrenknochen wachsender Thiere begegnet man nicht nur in der Epiphyse am Knochenrande von Markräumen, sondern auch in Gefässkanälen der Diaphyse nicht selten solchen linsenförmigen, vielkernigen Protoplasma-Lagern, welche von Nachbarlagern durch helle Säume geschieden, mit denselben aber stets in lebendigem, durch Speichen vermittelten Zusammenhange stehen. Es sind eben die ersten Anlagen einer dritten Form der Knochengewebseinheiten, der Knochenkugeln (seit Virchow als eigentliche „Zellenterritorien" des Knochengewebes bekannt), deren jede aus dem je Eine oder mehrere „Knochenzellen" hältigen Protoplasmalager hervorgeht.

Bildungen von den zuletzt beschriebenen Formen trifft man übrigens auch im Kalkkerne des Epiphysen-Knorpels und am Ossificationsrande des Diaphysen-(Intermediär-)Knorpels.

Die aus Markelementen entstandenen vielkernigen Protoplasmalager sind es also, welche zuerst um die Balken der verkalkten Knorpelgrundsubstanz herum, später selbstständig das Knochengewebe erzeugen. Ob das Knochengewebe ein streifiges, lamellöses oder globuläres Gefüge erhält, hängt lediglich von der ursprünglichen Form der ein Protoplasmalager zusammensetzenden Klümpchen ab.

---

[1] Studien am Knochen und Knorpel. Mediz. Jahrb. 1872.

Knorpelgewebe. Der Hyalinknorpel geht, gleichwie die eben geschilderten Gewebe, aus dem indifferenten Markgewebe hervor, welches bei neugeborenen Hunden, Katzen und Kaninchen noch reichlich in den gefässhältigen Knorpelmarkräumen aufgespeichert ist.

Seit Schwann ist der Irrthum allgemein verbreitet, dass die Blutgefässe erst vor der beginnenden Ossification in den Hyalinknorpel hineinwachsen. Schon in frühen Entwickelungs-Perioden des Knorpels sind in demselben Blutgefässe — Arterien, Venen und Capillaren — führende Markräume vorhanden (Fig. 4), welche sich, wie Bubnoff [1] nachgewiesen hat, bis in ein vorgeschrittenes Alter hinein erhalten.

An den, von fertigem Knorpelgewebe begrenzten Rändern eines Markraumes trifft man beim neugeborenen Hunde im Knorpel des Kniegelenkendes des Oberschenkelbeins nicht selten Gruppen von Markelementen, deren Peripherie theilweise mit anscheinend homogener, chondrogener Grundsubstanz infiltrirt ist, während der centrale Theil das Knorpelkörperchen (die „Knorpelzelle") darstellt (Fig. 5). Es ragen dann in das Lumen des Markraumes hinein im optischen Durchschnitte halbkreisförmige, homogene Felder, oder es findet an den Rändern des Markraumes ein allmäliges Übergehen von Mark- in Knorpelgewebe Statt, wobei eine Summe spindelförmiger Markelemente zu spindelförmigen, bisweilen mit zart gestreifter Grundsubstanz versehenen Knorpelgewebseinheiten umgewandelt wird. In ersterem Falle ist das Resultat ein der globulären Form der Gewebseinheit entsprechendes, centrales, rundliches; in letzterem Falle der Spindelform der Gewebseinheit entsprechend ein längliches, spindelförmiges Knorpelkörperchen [2].

Im Wesen völlig ähnlich ist die Entwickelung von Knorpelgewebe mit streifiger Grundsubstanz, wie ich dieselbe am *Cond. femoris* von Kaninchen, nahe der Lateralfläche des Gelenk-

[1] Sitzungsberichte der Wiener Akad. d. Wissensch. 1868.

[2] Dass die anscheinend homogene Grundsubstanz des Hyalinknorpels gleichfalls in globuläre oder polygone „Territorien" zerlegt werden kann, haben Fürstenberg (Müller's Archiv 1857) und R. Heidenhain (Studien des physiologischen Institutes zu Breslau. II. 1863) erwiesen.

knorpels verfolgen konnte (Fig. 6). Hier sind nämlich an jenen Stellen, wo ein Übergang von hyalinem Knorpel- in Sehnengewebe stattfindet, Zwischenstufen von streifigem Knorpel vorhanden und in diesen wieder Felder von Hyalinknorpel eingeschaltet. Man kann sich bequem überzeugen, dass der jeweilige Charakter der Knorpelgrundsubstanz — hyalin, streifig, faserig — lediglich von der Anordnung der ursprünglichen, indifferenten Protoplasmaklümpchen abhängig ist.

Ein gutes Object für das Studium der Entwickelung des Knorpelgewebes lernte ich endlich an dem, durch subcutane Fractur der Unterschenkelknochen von Hunden und Katzen hervorgerufenen periostalen Knorpel-Callus kennen. Hier erfolgt von, central Blutgefässe und peripher Spindelelemente (entzündliche Neubildung) enthaltenden Nestern aus die Neubildung von Knorpel (Fig. 7). Die zunächst um das periostale Blutgefäss herum gelagerten Elemente sind kugelig; dann folgen Lagen spindelförmiger Körper, deren Kerne zum Theile im Schwinden begriffen sind, und welche aus dem Stadium der gleichmässigen Körnung unmittelbar in jenes der Infiltration mit leimgebender (chondrogener?) Substanz übergehen.

In diesen Nestern kann man auch die Umwandlung von capillaren Blutgefässen, deren früher hohl gewesenes Protoplasma solid geworden und hierauf in kleine Markelemente differenzirt wurde, zu „Knorpelzellen" verfolgen. Der Vorgang ist im Wesentlichen derselbe, wie ich ihn im höheren Alter des normalen Knochens geschildert habe [1], nur dass das Resultat hier die Bildung von Knochen-, dort von Knorpelgewebe ist.

In demselben Knorpel-Callus begegnet man aber auch zahlreichen Nestern, in welchen aus Knorpelelementen rothe Blutkörper und Blutgefässe hervorgehen (l. c.), — die Vorläufer der Ausschmelzung des nunmehr verkalkenden Knorpelgewebes.

---

[1] Über die Rück- und Neubildung von Blutgefässen im Knochen und Knorpel. Mediz. Jahrb. 1873.

Die Entwickelung des Bindegewebes im weiteren Sinne ist eine bis heute viel discutirte, aber nicht gelöste Frage.

Die geschilderten Befunde nöthigen zunächst, mich jenen Forschern anzuschliessen, die eine directe Umbildung des Protoplasmas zu Grundsubstanz angenommen haben.

Bedenken wir nun, dass die Grundsubstanz der erörterten Gewebe, wie ich dies in einer früheren Abhandlung nachgewiesen habe, von einem zarten Netzwerke der lebenden Materie durchzogen wird; dann wird sofort klar, dass die lebende Materie bei der Gewebsbildung nicht oder zum mindesten nicht vollständig untergeht, sondern nur an den mit Grundsubstanz infiltrirten Partien unsichtbar geworden ist.

Bedenken wir ferner, dass das Protoplasma selbst Lebensphasen durchmacht, wie ich dieselben früher schon im Markgewebe beschrieben habe; dann wird auch klar, dass die lebende Materie nur in variabler Gruppirung und Anhäufung auftritt, je nachdem einmal ein compactes Klümpchen, ein anderes Mal ein kernhaltiger Körper, ein drittes Mal ein mit Grundsubstanz infiltrirtes Netzwerk vorhanden ist.

Es ist nicht erwiesen, dass der lebendige Antheil des Protoplasmas je zu Grundsubstanz im weitesten Sinne verwandelt wird; denn dort, wo man früher das Protoplasma untergegangen glaubte, habe ich die Existenz lebender Materie nachgewiesen, und zwar in derselben Anordnung, in welcher es im Markgewebe vorhanden war. Ja es ist die Annahme, dass die Grundsubstanz aus der lebenden Materie entstehe, überhaupt gar nicht nothwendig; es ist eben so gut denkbar, dass nur die Flüssigkeit, welche ursprünglich die Räume des lebendigen Maschenwerkes ausfüllt, zu Grundsubstanz umgewandelt werde.

Dann hätten wir uns nur vorzustellen, dass es nur der Lösung, der Verflüssigung irgend einer Art von schon gebildeter Grundsubstanz bedürfe, um das Protoplasma sofort frei zu machen, dessen neuerliche Gruppirung zu Klümpchen und Elementen wieder lediglich von der Bildung neuer Grundsubstanz in den Maschenräumen der lebenden Materie abhängen würde. Je nachdem nun diese Gruppirung zu spindelförmigen Klümpchen (Periost- und junges Knochengewebe), oder zu dünnen Platten

(Periostgewebe), oder zu linsenförmigen Lagern (Knochengewebe), oder endlich zu polygonen oder kugeligen Gebilden (Knorpel- und Knochengewebe) erfolgt, würde auch die neu entstandene Grundsubstanz streifig-faserig, bändrig, lamellös oder globulär erscheinen.

Innerhalb der Grundsubstanz bleibt das Netzwerk der lebenden Materie und bleibt der Centraltheil des Protoplasmas („Zelle", eventuell mit Kern) völlig intact. Von letzterem zieht eben das Netzwerk der lebenden Materie in von der Form der Gewebseinheit abhängigen Richtungen entweder vorwiegend bipolar, oder vorwiegend rectangulär, oder gleichmässig radienförmig ab gegen die Grenze der Gewebseinheit hin. Den Hauptrichtungen der lebenden Materie werden dann auch die Formen der Grundsubstanz-Felder entsprechen müssen.

Es würde somit nur einer gewissen Schwankung in den physiologischen Bedingungen bedürfen, um eine Gewebsform in die andere hinüberzuführen; wie denn auch jede der geschilderten Hauptformen der Grundsubstanz unter Umständen sofort in eine andere übergehen, ja häufig in eine andere sogar direct umgewandelt werden kann. So wird durch Ablagerung von Kalksalzen in der Grundsubstanz aus Periost — Knochen; aus Knorpel — osteoides Gewebe. So wird ferner bei der Entzündung aus Hyalinknorpel — Streifenknorpel; aus Periost — Streifen- und Hyalinknorpel u. dgl. mehr.

Die von Gegenbaur ausgegangene Bezeichnung „Osteoblasten" für die Markelemente des Knochens, wo dieselben ein continuirliches Protoplasmalager bilden, scheint nunmehr nicht bezeichnend genug zu sein. Mit demselben Rechte könnten wir von „Periostoblasten", „Chondroblasten" etc. sprechen, während doch alle genannten Gewebe nur aus Einer identischen Gewebsform hervorgehen, nämlich aus Markgewebe, und nur die jeweilige Gruppirung dieser „Blasten" in dem, der neuen Bildung von Gewebe vorausgehenden Indifferenz-Stadium das Gewebsresultat bedingt. Die Gruppirung erfolgt aber vom Haus aus in bestimmten Formen, welche den späteren Gewebseinheiten entsprechen.

Zwischen den Gruppen der indifferenten Protoplasmakörper entsteht im Periostgewebe sehr frühzeitig eine dichte Grund- oder Kittsubstanz. Diese ist das „elastische Gewebe" in Form von schmalen Platten und Streifen an den Horizontalgrenzen der Protoplasmafelder und der Periostbänder. Im fertigen Gewebe begrenzen die elastischen Streifen in sehr variabler Anordnung je eine oder je mehrere Gewebseinheiten; bisweilen aber auch einzelne Felder der Gewebseinheit selbst. Die später gebildete „bindegewebige" Grundsubstanz ist durchschnittlich weitaus nicht so dicht und widerstandsfähig, wie die erstgebildete; eine Thatsache, die man bei der Entzündung des Periostes, von welcher ich bei anderer Gelegenheit sprechen werde, leicht constatiren kann.

Übrigens ist die Grundsubstanz nicht nur an den Grenzen der Gewebseinheiten, sondern auch an jener des nicht infiltrirten Protoplasmakörpers auffallend dicht und widerstandsfähig. Letztere Eigenschaft hat an der, die Knorpelhöhle begrenzenden Schicht früher zur Annahme eigener, selbstständiger „Kapseln" geführt. In neuerer Zeit haben sich aber auch bezüglich der Kapselbildungen richtige Anschauungen geltend gemacht.

So hat E. Neumann [1] nachgewiesen, dass die Knochenkanälchen eigene, isolirbare, mit der Knochengrundsubstanz gemeinsam verkalkte Wandungen besitzen; er erklärt dieselben für verdichtete Theile der Grundsubstanz selbst, für zu den Knochenzellen gehörige Kapselbildungen.

E. Brücke [2] hat die äusserste Schicht der ursprünglich membranlosen Knorpelzellen als diejenige betrachtet, welche sich in die Knorpelgrundsubstanz im engeren Sinne umwandelt; er hält die den nicht metamorphosirten Theil des Zellenleibes umgebende Schicht der Grundsubstanz für fester, als das Übrige, wodurch eben eine Kapsel zur Darstellung kommt.

Ähnliche Anschauungen bezüglich der Bildung einfacher und geschichteter Kapseln vertritt auch R. Heidenhain [3].

---

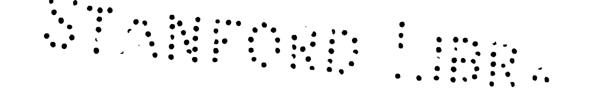
[1] Beitrag zur Kenntniss des normalen Zahnbein- und Knochengewebes. Leipzig 1863. Schmidt's Jahrb. 1864. Bd. 123.

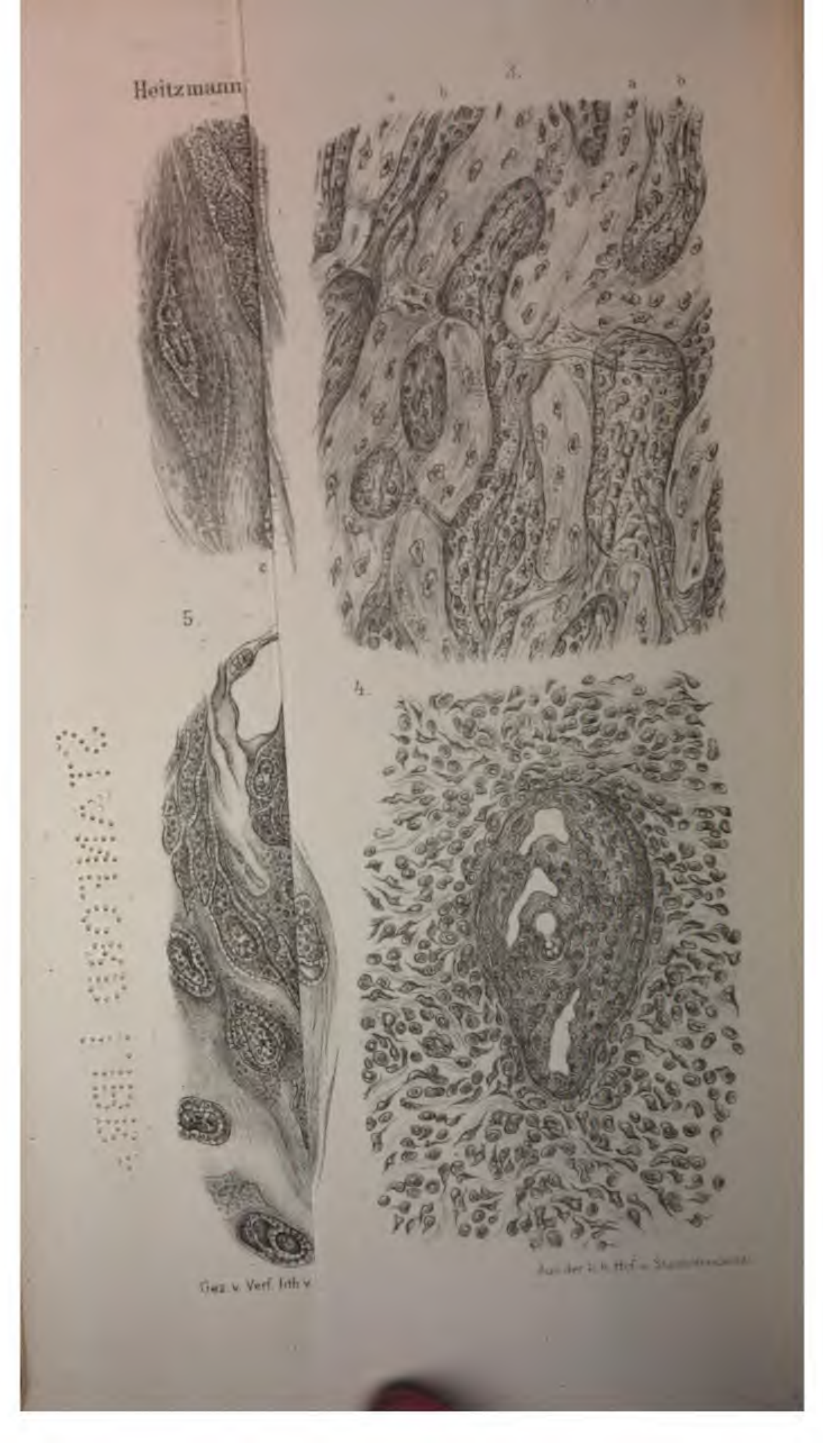
[2] Die Elementarorganismen. Sitzungsber. der Wiener Akad. der Wissenschaften. 1861.

[3] L. c.

Das sogenannte „elastische Gewebe" ist demnach augenscheinlich kein Gewebe *sui generis,* sondern nur Grund- oder was dasselbe ist, Kittsubstanz der frühesten Bildung und von der intensivsten Dichtigkeit[1].

[1] Während der Drucklegung dieser Abhandlung wurde ich mit zwei Arbeiten bekannt, welche die eben erörterte Anschauung über die elastische Substanz unterstützen. Franz Boll (Die Histiologie und Histiogenese der nervösen Centralorgane 1873. Pag. 21.) sagt, dass ihn seine Untersuchungen zu der Überzeugung gebracht haben, dass die bisher übliche starre Unterscheidung zwischen elastischen Fasern und Bindegewebsfibrillen nicht mehr aufrecht zu erhalten sei. Arnold Spina (Untersuchungen über den Bau der Sehnen. Wiener Mediz. Jahrb. 1873) weist nach, dass die elastische Substanz zunächst an der Oberfläche der „Zellen", und zwar aus dem Protoplasma selbst gebildet wird. Sobald sich die „Zellen" zu Platten umgestalten, werden aus den Zellhüllen Bänder, an welchen die Längsstreifen als Fasern, die Querstreifen aber als quere Abtheilungen der Platten sichtbar bleiben.




Heitzmann
3.
a
b
a
b
c
5.
4.
Gez. v. Verf. lith v.

Erklärung der Abbildungen.

g. 1. Aus einem Querdurchschnitte des Oberschenkelknochens eines neugeborenen Hundes; *a* Periost-, *b* Mark-, *c* Knochengewebe. Chromsäurepräp. Vergr. 800.

g. 2. Aus einem Längsdurchschnitte des Oberschenkelknochens eines neugeborenen Hundes; *aa* Markelemente; *bc* Protoplasmakörper im Indifferenz-Stadium; *dd* Bindegewebsbänder; *e* elastische Leiste. Mit Goldchlorid schwach tingirtes Chromsäurepräp. Vergr. 800.

g. 3. Aus einem Längsdurchschnitte der Tibia eines neugeborenen Hundes; *aa* Knochenbälkchen; *bb* Blutgefässe führende Markräume. Chromsäurepräp. Vergr. 200.

g. 4. Knorpelmarkkanal mit Umgebung, aus einem Sagittal-Durchschnitte des *Condyl. tibiae* von einem 4monatlichen menschlichen Embryo. Chromsäurepräp. Vergr. 200.

g. 5. Abschnitt eines Markraumes aus einem Sagittal-Durchschnitte des *Condyl. femor.* eines neugeborenen Hundes. Mit Goldchlorid schwach tingirtes Chromsäurepräp. Vergr. 800.

g. 6. Aus einem Sagittal-Durchschnitte des *Condyl. femor.* nahe der Lateralfläche. 8 Monate altes Kaninchen. Übergang von Hyalin- in Streifenknorpel. Chromsäurepräp. Vergr. 800.

g. 7. Aus dem 14 Tage alten Callus der gebrochenen Tibia einer alten Katze. Chromsäurepräp. Vergr. 800.

XX. SITZUNG VOM 17. JULI 1873.

Herr Prof. Dr. Camil Heller in Innsbruck dankt für die ihm zum Zwecke der Untersuchung der Tunicaten des Adriatischen Meeres gewährte Subvention von 300 fl.

Herr Dr. L. J. Fitzinger überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Die Gattungen der europäischen Cyprinen nach ihren äusseren Merkmalen."

Herr Prof. Dr. Jos. Boehm legt eine Abhandlung: „Über den Einfluss der Kohlensäure auf das Ergrünen und Wachsthum der Pflanzen" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften und Künste, Südslavische: Rad. Knjiga XXIII. U Zagrebu, 1873; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt.) 11. Jahrgang, Nr. 20. Wien, 1873; 8°.

Arbeiten des kais. botanischen Gartens zu St. Petersburg. Band I, Lieferung 2; Band II, Lieferung 1. Petersburg, 1872 & 1873; 8°.

Bardot, Ad., Base d'une théorie générale des parallèles sans postulatum. Paris, 1873; 8°.

Centralbureau für die Europäische Gradmessung: General-Bericht für das Jahr 1872. Berlin, 1873; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVI, Nr. 26. Paris, 1873; 4°.

Dalton, Edward Tuite, Descriptive Ethnology of Bengal. Calcutta, 1872; 4°.

Evans, F. J., Elementares Handbuch über die Deviationen des Compasses mit besonderer Rücksichtnahme auf Eisenschiffe. Wien, 1873; 8°.

Gesellschaft, gelehrte estnische, zu Dorpat: Verhandlungen. VII. Band, 3. & 4. Heft. Dorpat, 1873; 8°. — Sitzungsberichte. 1872. Dorpat, 1873; 8°.

— österr. für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Band, Nr. 13. Wien, 1873; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 28. Wien, 1873; 4°.

Instituut, k., voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch Indië: Bijdragen. III. Volgreeks. VII. Deel, 3e en 4e Stuk. 's Gravenhage, 1873; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 14. Graz. 1873; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1873, Nr. 10. Wien; 8°.

Matković, Peter, Kroatien-Slavonien nach seinen physischen und geistigen Verhältnissen. Denkschrift zur Wiener Weltausstellung 1873. Agram, 1873; 8°.

Moniteur scientifique du Dteur Quesneville. 3e Série, Tome III, 379e Livraison. Paris, 1873; 4°.

Nature. Nr. 193, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Paić, Moses, Neueste, leichtfassliche Veranschaulichungsmittel für die mathematische Geographie etc. Wien, 1873; 8°.

Plantamour, E., Observations faites dans les stations astronomiques suisses. Genève, Bale, Lyon, 1873; 4°. — Résumé météorologique de l'année 1872 pour Genève et le Grand Saint-Bernard. Genève, 1873; 8°.

Protocoll über die Verhandlungen der XLIX. General-Versammlung der Actionäre der a. pr. Kaiser Ferdinands-Nordbahn. Wien, 1873; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1873, Nr. 9. Wien; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatschrift für Forstwesen. XXIII. Band, Jahrgang 1873. Juli-Heft. Wien; 8°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". IIIe Année, 2e Série, Nr. 2. Paris, 1873; 4°.

Schrauf, Albrecht, Atlas der Krystallformen des Mineralreiches. IV. Lieferung. Wien, 1873; 4°.

Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux: Mémoires. Tome IX, 1er Cahier. Paris & Bordeaux, 1873; 8°.

— Linnéenne du Nord de la France: Bulletin mensuel. Nrs. 5—9. November 1872—Mars 1873. Amiens; 8°.

Society, The Asiatic, of Bengal: Journal 1872. Part I, Nrs. 3 & 4; Part II, Nr. 14. Calcutta; 8°. — Proceedings. 1872, Nr. X; 1873, Nr. I. Calcutta; 8°. — *Bibliotheca Indica.* New Series, Nrs. 272 & 273. Calcutta, 1873; 8°.

— The Royal Geographical, of London: Proceedings. Vol. XVII, Nr. 2. London, 1873; 8°.

Verein, k. ungar. naturwissenschaftlicher: Közlöny. IV. Kötet, 29—40ik füzet. Pest, 1872; kl. 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 28. Wien, 1873; 4°.

Ziegelfabriks- und Bau-Gesellschaft, Die Wienerberger, zur Zeit der Wiener Weltausstellung 1873. Wien, 1873; gr. 8°.

XXI. SITZUNG VOM 24. JULI 1873.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Über die Monochlorcitraconsäure“ und vorläufige Mittheilung „Über eine aus Citraconsäure entstehende Trichlorbuttersäure“, beide vom Herrn Prof. Dr. J. Gottlieb in Graz.

„Über den Widerstand einer Kreisscheibe bei verschiedener Lage der Elektroden“, vom Herrn Karl Domalip, Assistenten für Physik am deutschen Polytechnikum in Prag.

„Studien zur Physiologie des Herzens und der Blutgefässe.“ III. Abhandlung: „Über die directe elektrische Reizung des Säugethierherzens“, vom Herrn Dr. Sigmund Mayer, Assistenten am physiolog. Institute an der Universität zu Prag.

„Experimentaluntersuchung über die elektrostatische Fernwirkung dielektrischer Körper“, vom Herrn Prof. Dr. L. Boltzmann in Graz.

„Analoga zum Doppelstrom der Erd-Elektricität“, vom Herrn Jos. Kregau in Görz.

Herr Prof. Dr. Ed. Suess legt eine Abhandlung: „Über den Aufbau der mitteleuropäischen Hochgebirge“ vor.

Herr Hofrath Dr. H. Hlasiwetz überreicht zwei Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium der Universität Innsbruck, und zwar: 18. „Über ein Condensationsproduct aus der Oxybenzoësäure“, von den Herren L. Barth und C. Senhofer. 19. „Über Phenoltrisulfosäure“, vom Herrn C. Senhofer.

Herr Regierungsrath Dr. K. v. Littrow macht eine Mittheilung über die bisher gelungenen Positionen des am 3. Juli vom Herrn W. Tempel in Mailand entdeckten Kometen.

Herr Prof. Dr. Ad. Lieben aus Prag übergibt eine Abhandlung „über die aus roher Gährungsbuttersäure abgeschiedene Capronsäure“, nebst einer Note des Herrn Kottal „über die mit Hilfe dieser Säure bereiteten Salze“.

Herr Dr. K. Heitzmann überreicht die fünfte und letzte seiner „Untersuchungen über das Protoplasma“, betitelt: „die Entzündung der Beinhaut, des Knochens und des Knorpels“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte der mathem.-physik. Classe. 1873. Heft I. München; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigenblatt). 11. Jahrgang, Nr. 21. Wien, 1873; 8°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLVII°, Nr. 186. Genève, Lausanne, Paris, 1873; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 1. Paris, 1873; 4°.

Cooke, M. C., Handbook of British Fungi. London & New-York, 1871; 8°.

Gesellschaft der Künste und Wissenschaften, Provinzial Utrecht'sche: Verslag. 1872. Utrecht; 8°. — Aanteekeningen. 1871 & 1872. Utrecht; 8°. — De Spectatoriale Geschriften van 1741—1800. Door J. Hartog. (Gekrönte Preisschrift.) Utrecht, 1872; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 29. Wien, 1873; 4°.

Instituut, k. Nederlandsch meteorogisch: Nederlandsch meteorologisch Jaarboek voor 1868. II. Deel; voor 1872, I. Deel. Utrecht, 1872; Quer-4°. — Suggestions on a Uniform System of Meteorological Observations. Utrecht, 1872; gr. 8°.

Isis: Sitzungsberichte. Jahrgang 1873, Nr. 1—3. Dresden; 8°.

Lotos. XXIII. Jahrgang, Mai & Juni 1873. Prag; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873. Heft VII. Gotha; 4°.

Museum Francisco-Carolinum: XXX. Bericht. Linz, 1871; 8°.

ature. Nr. 194, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

eabody Institute: VIth Annual Report. 1873. Baltimore; 8°.

eichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang. 1873, Nr. 8. Wien; 4°.

Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". IIIe Année, 2e Série, Nr. 3. Paris, 1873; 4°.

ociété Botanique de France: Bulletin. Tome XIXe. 1872. Comptes rendus 4. Paris; 8°.

— des Ingénieurs civils: Séances du 24 Janvier; 7 et 21 Février; 7 et 21 Mars; 4 et 18 Avril; 2 et 26 Mai; 6 et 27 Juin 1873. Paris; 8°.

— Hollandaise des Sciences à Harlem: Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles. Tome VII, 4e—5e Livraisons. La Haye, Bruxelles, Paris, Leipzig, Londres & New York, 1872; 8°.

iener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 29. Wien, 1873; 4°.

eitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang, 9. Heft. Wien, 1873; 4°.

Studien zur Physiologie des Herzens und der Blutgefässe.

III. Abhandlung.

lirecte electrische Reizung des Säugethierherzens.

Von Dr. Sigmund Mayer,

r der Physiologie und Assistent am physiolog. Institut der Universität zu Prag.

(Mit 2 Curventafeln.)

den nachfolgenden Blättern gedenke ich einige That- näher zu erörtern, welche sowohl für die Theorie der ewegung, als auch in praktischer Beziehung nicht ohne rth sein dürften.

Ich will gleich zu Beginn dieser Abhandlung bemerken, dass das Wesentliche des hier Vorzubringenden bereits mehrfach vorgetragen worden ist, und zwar von einer Seite, welche jedenfalls die vollste Beachtung verdient.

Es sind aus Ludwig's Laboratorium [1] zwei Arbeiten hervorgegangen, welche denselben Gegenstand behandelt haben; auf die speziell darin niedergelegten Ansichten werde ich später zurückzukommen haben.

Sowohl ein Blick in die bezüglichen Capitel der allgemein verbreiteten Lehr- und Handbücher der Physiologie, als auch gelegentlich mit Fachgenossen gepflogene Besprechungen über den vorliegenden Gegenstand haben mir die Ueberzeugung beigebracht, wie wenig übrigens die hier zu besprechenden Erschei-

---

[1] Ludwig und Hoffa, Zeitschrift für rationelle Medicin, Bd. IX, 1850, pag. 107.

Einbrodt, Wiener Sitzungsberichte, Bd. 38, p. 345; auch abgedruckt in Moleschott's Untersuchungen etc., Bd. VI, 1859, pag. 537.

nungen allgemein bekannt geworden und wie wenig sie gewürdigt worden sind.

Eine erneute, auf zahlreiche Versuche sich stützende Besprechung des Gegenstandes dürfte also wohl gerechtfertigt sein, zumal da ich in der Lage bin, sowohl einige ältere Angaben zu berichtigen als auch in mehrfacher Hinsicht Neues vorzubringen.

Als Versuchsthiere dienten vorzugsweise Hunde und Katzen; aber auch an Kaninchen habe ich die wichtigsten der zu besprechenden Versuche vielfach angestellt.

Herzschlag und Blutdruck wurden mit Hilfe des Kymographion in bekannter Weise graphisch verzeichnet; ebenso benützte ich die in früheren Arbeiten erwähnten Vorrichtungen, um die Zeiten und die während des Versuches vorgenommenen Eingriffe zu registriren.

Um die electrische Reizung des Herzens vorzunehmen wurden entweder Nadeln durch die Thoraxwandungen in das Herz eingesenkt, oder der Thorax eröffnet, um so das Herz von den reizenden Strömen durchfliessen zu lassen. Der letzteren Methode habe ich den Vorzug gegeben, weil dieselbe erlaubt, durch die directe Inspection des Herzens den Ablauf seiner Contractionen in Folge der Reizung zu studiren, während man bei der ersteren nur auf die Aussagen der Manometer angewiesen ist, die, wie bald auseinandergesetzt werden wird, grade in dem vorliegenden Falle nicht hinlängliche Anhaltspunkte zur richtigen Beurtheilung bieten.

Die reizenden inducirten Ströme wurden durch einen Du-Bois'schen Schlittenapparat, der durch zwei Daniell'sche Elemente in Gang gesetzt wurde, geliefert; als Electroden dienten Nadeln.

Die Versuchsthiere wurden gewöhnlich mit Curare bewegungslos gemacht und künstliche Respiration eingeleitet. An nicht curarisirten Thieren sind zwar die Erscheinungen ganz dieselben, wie bei curarisirten; nur sind die Versuche an ersteren mit Unzukömmlichkeiten behaftet, da in Folge der totalen Insufficienz des Herzens die Erscheinungen hochgradigster Dyspnoë, resp. Asphyxie auftreten.

Legt man bei einem Thiere, desse[illegible]
Manometer des Kymographion in Commu[illegible]

die Electroden eines Inductionsapparates an das blosgelegte kräftig und rasch schlagende Herz (der Herzbeutel vorher eröffnet) an, und schiebt nun die sehr weit entfernte secundäre Spirale des Apparates an die primäre langsam heran, so ist die erste Wirkung, die man beobachtet, wenn man seine Aufmerksamkeit auf die kymographische Curve richtet, die, dass der Blutdruck bei einer gewissen, durchaus nicht sehr bedeutenden Stromstärke plötzlich von seiner Höhe zu einem sehr niedrigen Werthe heruntersinkt. Dieses Absinken des Blutdruckes zeigt im Beginne die grösste Aehnlichkeit mit der Wirkung einer starken Erregung der hemmenden Herzfasern im Vagus. Der weitere Verlauf aber der Erscheinungen, welche durch die directe Inductionsreizung des Herzens hervorgerufen werden, zeigt sehr wesentliche Verschiedenheiten von dem Effecte der Vagusreizung.

War schon die in so hohem Grade den arteriellen Druck heruntersetzende Wirkung der directen electrischen Reizung des Herzens mit Inductionsströmen für den Beobachter in hohem Grade frappant, so geräth man noch mehr in Erstaunen, wenn man sieht, dass der Blutdruck in sehr vielen Fällen überhaupt nicht wieder Miene macht, in die Höhe zu gehen, dass die den Herzcontractionen entsprechenden Elevationen total aus der Curve verschwunden sind und ebenfalls sich nicht anschicken, wieder zu erscheinen, kurz dass das Thier, in Folge der kaum 2—3″ dauernden Reizung seines Herzens mit mittelstarken Inductionsströmen — todt ist.

Wendet man seine Aufmerksamkeit auf das Herz selbst, so bemerkt man an demselben, sobald die reizenden Ströme durch seine Substanz brechen, ebenfalls sehr merkwürdige Phänomene. Die rhythmischen Contractionen setzen sofort mit dem Beginn der Reizung aus; dagegen geräth die Herzmusculatur in ein unregelmässiges, sehr rasches, wild durch einander wogendes Zittern, welches die Franzosen mit einem sehr bezeichnenden Ausdruck als frémissement ondulatoire beschreiben. In diesem Zustande, welcher zusammenfällt mit dem durch das Manometer angezeigten andauernd sehr niedrigen Drucke, schwillt das Herz unter den Augen des Beobachters an und zeigt sich stark von dunkelrothem Blute angefüllt.

Vor Allem wollen wir nun hervorheben, was aus der vorstehenden Schilderung sich leicht ergibt, in welchen Punkten sich der Effect der directen Herzreizung von dem der Vaguserregung unterscheidet.

Der niedrige Druck, welcher durch starke Vagusreizung in Folge des Herzstillstandes hervorgebracht wird, ist nur auf wenige Secunden zu erhalten; selbst bei Fortdauer der Reizung beginnt das Herz bekanntlich wieder rhythmisch und kräftig zu schlagen und den Blutdruck wieder in die Höhe zu treiben, auch wenn eine Verlangsamung der Pulse noch zu constatiren ist. Sobald man mit der Reizung aufgehört hat, schnellt der Blutdruck entweder sofort wieder in die Höhe, oder aber nur eine kurze über mehrere Secunden sich erstreckende Nachwirkung bleibt zurück. Von der directen Herzreizung aber haben wir erfahren, dass ihre Wirkung auf den Blutdruck sehr häufig von einer nicht wieder sich ausgleichenden Nachwirkung gefolgt ist.

Die directe Inspection eines durch Erregung der Nn. vagi in Stillstand versetzten Herzens zeigt, dass an dem im Zustande der Diastole sich befindlichen Organe keine Faser sich regt, während an dem mit Inductionsströmen behandelten Herzmuskel Alles in wirbelndem Tumulte sich befindet.

In der oben geschilderten Weise nun stellen sich die Wirkungen der directen Inductionsreizung des Herzens dar, wenn man an Thieren arbeitet, welche durch langes Aufgebundensein, Curarevergiftung, Blutverluste und vielfache Operationen nicht schon stark alterirt, besonders merklich in ihrer Körpertemperatur erniedrigt sind. An raschem und irreparabel deletärem Einflusse auf den Gesammtorganismus kann sich die directe electrische Herzreizung mit den furchtbarsten bis jetzt bekannten Giften messen; jedenfalls ist sie, was die physiologische Durchsichtigkeit der Wirkungsweise betrifft, ein reines „Herzgift“ von eminent raschem und sicherem Effecte. Bei Thieren, welche durch die eben angeführten Umstände sich schon stark von dem normalen Zustande entfernt haben, verlaufen die Erscheinungen etwas anderer Weise.

Hier kann es vorkommen, dass die schwächeren Ströme bei kurzer Dauer (2–5″) nicht sofort die normale Herzthätigkeit für immer lahm legen, sondern dass sich nach dem Aufhören

der Reizung der vor derselben bestandene Druck wieder herstellt. Dabei ist jedoch zu bemerken, dass der Uebergang der wogenden und wühlenden, für die Blutbewegung gänzlich leistungsunfähigen, also mit sehr niedrigem Drucke einhergehenden Herzbewegungen in die rhythmischen der Blutbewegung wieder zu gute kommenden nie ein plötzlicher ist — d. h. so vor sich geht, dass die eben noch unregelmässig zitternden Muskelbündel im nächsten Augenblicke sich zu der Ausführung einer normalen Systole associiren. Es geht dieser Uebergang vielmehr so vor sich, dass an verschiedenen Stellen des Herzens die zitternden und wogenden Contractionen sistiren und vollständiger Ruhe Platz machen; aus dieser reinen diastolischen Ruhe nun, die ganz derjenigen gleicht, wie sie durch die Reizung der Nn. vagi hervorgerufen wird, tritt das Herz mit einer normalen, leistungsfähigen Contraction heraus. Ganz in derselben Weise haben schon Ludwig und Hoffa[1] dieses Phänomen gesehen und geschildert[2].

Wenn man übrigens bei Thieren, deren normale Functionen in Folge der geschilderten Eingriffe schon bedeutend alterirt sind, die Ströme, welche bei kurzer Einwirkung auf das Herz nur eine vorübergehende, mehr oder wenig rasch sich wieder ausgleichende Störung der Herzthätigkeit herbeiführen, längere Zeit durch die Herzsubstanz hindurchgehen lässt, dann tritt ebenfalls ein kaum wieder auszugleichendes Sinken des arteriellen Druckes, verbunden mit den leistungsunfähigen wogenden und wühlenden Contractionen auf. Immer aber kann man bei

---

[1] l. c. pag. 129.

[2] Grosse Ähnlichkeit mit der hier besprochenen Erscheinung bieten die Verhältnisse, welche kürzlich J. Bernstein (Untersuchungen über den Erregungsvorgang im Nerven- und Muskelsysteme, Heidelberg 1871. pag. 217) bei der Reizung des vom *Sinus venosus* getrennten Froschherzens mit dem constanten Strome besprochen hat. Es zeigte sich hiebei, dass das Präparat *in toto* beim Schlusse der Kette eine oder mehrere Contractionen ausführte, dann eine mehrere Secunden andauernde Pause eintrat, gleichsam „als ob es sich besinnen müsste", und dann erst das Herz anfing, rhythmische, in der Richtung des Stromes fortschreitende Pulsationen auszuführen. Die Richtigkeit der Bernstein'schen Versuche kann ich nach mehrfacher Wiederholung derselben vollständig bestätigen.

Thieren, die in Folge der starken Abkühlung sich, so zu sagen, dem Verhalten von Kaltblütern nähern, noch eher die Hoffnung hegen, dass sich die in Folge der directen electrischen Herzreizung aufgetretenen schweren Störungen in der Action des Kreislaufscentralorganes wieder ausgleichen.

In zwei Versuchen habe ich die in hohem Grade frappante Beobachtung gemacht, dass, nachdem der niedrige Blutdruck und die wogenden und wühlenden Bewegungen bis 5 und 7 Minuten gedauert, jegliche Spur einer Herzelevation aus der Blutdruckcurve verschwunden war und ich schon angeordnet hatte, den Versuch als beendigt anzusehen, plötzlich eine Zacke an der Curve erschien und im Verlauf mehrerer Secunden das Herz wieder rhythmische und kräftige Contractionen ausführte, die den Blutdruck wieder in die Höhe hoben. Dasselbe Thier konnte dann noch längere Zeit zu Versuchen benützt werden. Es ist aber hier besonders anzumerken, dass in den eben berichteten Versuchen eine sehr ausgiebige künstliche Respiration der Versuchsthiere unterhalten wurde.

Nachdem einmal gezeigt worden war, dass die directe Application inducirter Wechselströme einen so merkwürdigen Einfluss auf die Herzthätigkeit hat, erschien es sehr nahe liegend, nachzusehen, wie sich das Herz gegen constante Ströme verhalte. Einbrodt hat eine solche Versuchsreihe bereits durchgeführt, und auch schon darauf hingewiesen, dass ein constanter Strom, wenn er durch ein energisch sich contrahirendes Herz hindurchgeleitet wird, aus verschiedenen Ursachen die Eigenschaft der Constanz einbüssen muss. Da der Strom in Folge der Formveränderung des Herzens, der Vergrösserung und Verkleinerung der als Nebenschliessung wirkenden Lungen, fortwährend kleine Schwankungen erfahren muss, so hätten auch unpolarisirbare Electroden einen ganz constanten Strom nicht liefern können. Indem man also streng genommen von der Reizung mit constantem Strome überhaupt nicht sprechen kann, sondern nur von einer Reizung mit Strömen, die keine steilen Intensitätsschwankungen zeigen, wurde es auch unterlassen, unpolarisirbare Electroden anzuwenden.

Auch bei dieser Versuchsreihe wurde gewöhnlich der Thorax eröffnet und direct dem Herzen der Strom zugeführt.

Um im weitesten Grade die Ströme ihrer Intensität nach abstufen zu können, ebenso um nach Belieben die Richtung derselben durch das Herz variiren zu können wurden zwischen stromzuführende Electroden und stromliefernde Vorrichtung (1 Grove oder 1—4 Daniell) ein Du Bois-Sauerwald'sches Rheochord und ein Stromwender eingeschaltet.

Während, wie oben berichtet, in Rücksicht auf die Wirkung inducirter Wechselströme auf die Leistungen des Herzens eine Differenz zwischen den Angaben Einbrodt's und den meinen nicht besteht, wird sich eine solche für die Wirkung der constanten Ströme, wie alsbald auseinandergesetzt werden wird, herausstellen.

Wenn man den constanten Strom, durch Abschieben des Stahlbüchsenschlittens am Du Bois-Sauerwald'schen Rheochord von der Nullstellung, in das Herz „einschleicht", so ist stets die erste Wirkung, die an der kymographischen Curve zum Ausdrucke kommt, ein Absinken des Blutdruckes, verbunden mit Unregelmässigkeiten und Intermissionen des Herzschlages, die sowohl an der Blutdruckcurve, besser noch durch die directe Inspection des blosgelegten Herzens sich zu erkennen geben. Bei noch sehr schwachem Strome kehrt alsbald mit dem Öffnen des Stromes der vorher bestandene Herzschlag und Blutdruck zurück. Mit zunehmender Verstärkung des Stromes, hervorgebracht durch weiteres Abschieben des Rheochordschlittens, zeigen diese Erscheinungen eine Verstärkung, bis endlich, bei einer bestimmten Stromstärke, die Wirkungen des constanten Stromes und der inducirten Ströme sich decken, d. h. auch der constante Strom jene schwere Störung in der Coordination und Leistungsfähigkeit der Herzcontractionen hervorruft, die wir oben für die inducirten Ströme geschildert haben. Auch hier sind es durchaus nicht übermächtige Ströme, wie man allenfalls glauben könnte, sondern Ströme von sehr mässiger Intensität, die in so deletärer Weise auf das Herz wirken.

Je länger der Strom selbst bei sehr geringer Stärke desselben durch das Herz geschlossen bleibt, desto näher liegt die Gefahr, dass die eingreifend gestörte Thätigkeit des Organes sich überhaupt nicht wieder einstellt.

Einbrodt sagt über die Reizung des Herzens mit dem constanten Strome Folgendes[1]: „Wenn der reizende Strom bei gleicher Schliessungsdauer von geringerer zu immer grösserer Stärke anwächst, so wird, wie zuerst Eckhardt angegeben, die Herzbewegung anfangs eine mehr und mehr beschleunigte, und zugleich steigt hierbei der Seitendruck des Blutes bedeutend; diese Erhöhung des Blutdruckes erreicht jedoch mit der steigenden Stromstärke bald ein Maximum, indem er mit der noch weiter fortschreitenden Stromintensität abnimmt, und zwar so weit, bis endlich das Herz und zwar in Diastole stille steht, in Folge dessen das Thier alsbald stirbt."

Die hier angeführte Schilderung der Wirkung des constanten Stromes steht in allen Punkten in vollem Widerspruche mit den Resultaten der von mir angestellten Versuche. Eine Beschleunigung der normalen Herzbewegung kam niemals zur Beobachtung; die Contractionswellen aber, welche in Folge der Reizung in unregelmässiger und allerdings oft sehr rascher Weise über die Herzmusculatur hinlaufen, darf man durchaus nicht als normale Herzbewegung auffassen. Von einem Ansteigen des Druckes konnte niemals etwas beobachtet werden; immer war der erste Effect, den die mit aller Sorgfalt in das Herz eingeschlichenen Ströme zeigten, ein Absinken des Druckes, verbunden mit Intermissionen in den normalen Contractionen oder wogenden und wühlenden Bewegungen, die sich von dem Zustande der Diastole wesentlich unterscheiden.

Da die von mir angewendete Methode des Einschleichens des Stromes die möglichste Garantie dafür bot, dass wirklich alle Stromwerthe von Null ab zur Wirksamkeit gelangten, so brauche ich den von mir angestellten Versuchen gegenüber kaum die Furcht zu hegen, dass mir die zur Hervorrufung einer Drucksteigerung, resp. einer erhöhten Leistung des Herzens nothwendige Stromesintensität entgangen sei.

Wirft man übrigens einen Blick auf die von Einbrodt mitgetheilten Resultate seiner Einzelversuche, so dürfte sich leicht ergeben, dass die vermeintliche durch Reizung des Herzens mit

[1] Moleschott's Untersuchungen 1859, pag. 550.

dem constanten Strome erzielte Drucksteigerung nicht weiter in Betracht kommen kann.

Es findet sich verzeichnet im Versuch X

bei der I. Reizung eine Steigerung von 114·3 auf 130·8^{mm} Htg.
bei der III. Reizung eine Steigerung von 113·3 auf 117·9.

Da die Thiere in den Versuchen von Einbrodt nicht curarisirt waren, so können derartige Schwankungen im arteriellen Drucke, wie sie hier auf Rechnung der Herzreizung mit dem constanten Strome gesetzt werden, die mannigfachsten Ursachen haben. Die von mir für wahrscheinlich gehaltene Ansicht aber, dass die beobachtete Steigerung des Druckes nicht in einem directen Zusammenhange steht mit der Wirkung der Ströme, wird noch bekräftigt durch das Ergebniss der III. Reizung in dem eben vorgeführten Versuche X von Einbrodt, wobei der Druck nicht sowohl um wenige Millimeter stieg, sondern vielmehr von 112·9 auf 23·4 Mm. herabging. Eine so bedeutende negative Schwankung des Druckes aber liegt ausserhalb der Gränzen der normalen Aenderungen und ist offenbar eine Folge der Reizung gewesen, die eben immer die Leistungsfähigkeit des Herzens und damit den arteriellen Druck herabsetzt, wie es constant in den von mir angeführten Versuchen der Fall war.

Nach dem eben Mitgetheilten kann ich also Einbrodt durchaus nicht beistimmen, wenn er nur von constanten Strömen von einer gewissen Stärke behauptet, dass sie sich mit der Wirkung der inducirten Ströme auf das Herz decken.

Ich finde vielmehr, dass inducirte wie constante Ströme sich darin gleichen, dass sie, wenn sie ein in normaler Contraction sich befindliches Herz durchsetzen, dessen Thätigkeit dahin abändern, dass Intermissionen im Herzschlag auftreten und die normalen leistungsfähigen Zusammenziehungen des Herzmuskels in ein unregelmässiges Wogen und Wühlen übergehen, das nicht mehr im Stande ist, einen hohen Druck im arteriellen System zu unterhalten.

Demnach dürfte es auch kaum von Erfolg begleitet sein, wenn man, nach dem Rathe von Einbrodt, die Reizung des Herzens mit dem constanten Strome als methodisches Hülfsmittel herbeiziehen wollte, „um durch die Herzbewegung allein den

Es muss daher bei insufficienter Thätigkeit des Herzens
›n der electrischen Reizung desselben, als von einer sehr ge-
ıhrvollen Massregel, in dringender Weise abgerathen werden.
an darf nie vergessen, dass das, was an anderen Muskeln
·laubt ist, auf das in morphologischer und functioneller Bezie-
ıng eine Sonderstellung einnehmende Herz nicht schlechtweg
›ertragen werden darf.

Es liegt nahe, an die geschilderten Einflüsse der directen
ectrischen Reizung des Säugethierherzens eine Reihe von
eoretischen Betrachtungen über die Herzbewegung zu knüpfen.
h verschiebe aber die Erörterungen hierüber, bis ich die Wir-
ıngen mechanischer Reize auf das Säugethierherz und die ein-
hlägigen Versuche am Froschherzen in einer weiteren Arbeit
erde geschildert haben.

Erklärung der Abbildungen.

Die beigegebenen Curven sind die genauen Copien der mit dem Kymographion erhaltenen Originale. Die Zeitmarken auf der unteren Geraden sind Doppelsecunden. In Curve IV ist die Abscisse um 30 Millimeter verrückt; auf der Abscisse sind die während des Versuches vorgenommenen Eingriffe angemerkt. Im Übrigen gilt das in früheren in diesen Berichten publicirten Abhandlungen Angeführte.

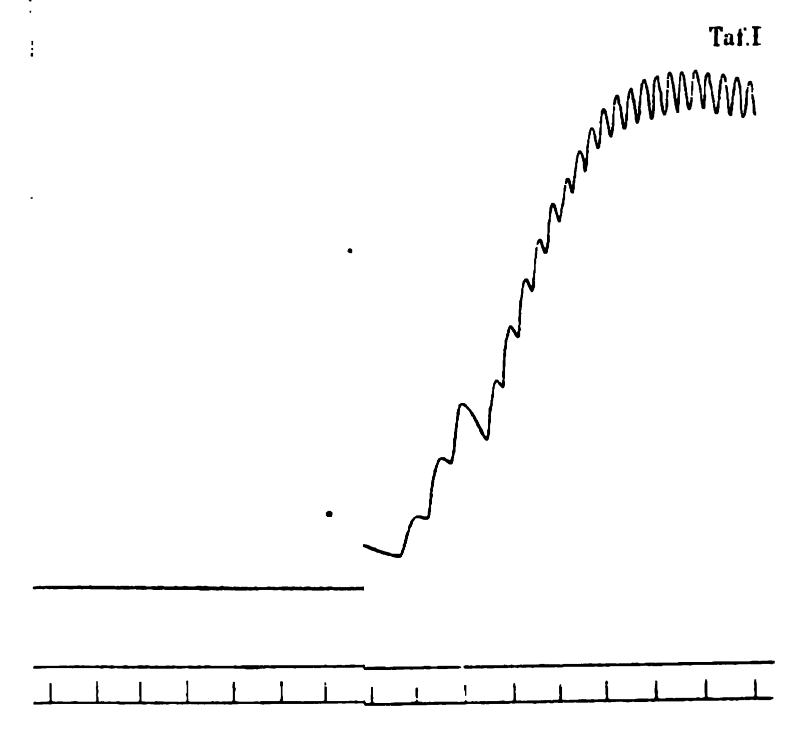
Die Curven stammen von curarisirten Katzen.

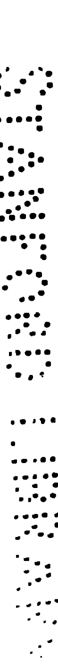
Curve 1 zeigt den Effect der Inductionsreizung. Bei *JR* wurde die Reizung instituirt. Bei *E* fängt das Herz wieder an, langsame und kräftige normale Contractionen auszuführen.

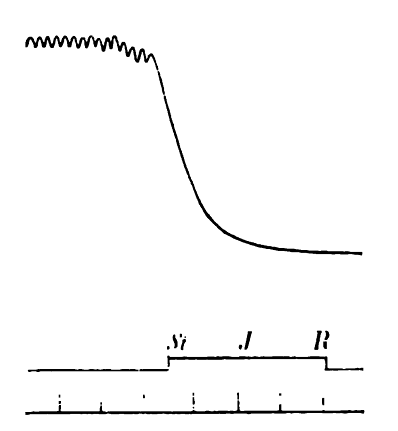
Curve II. Bei *Sch JR* erster Effect einer schwachen Inductionsreizung, dasselbe bei *J*, mit der Verstärkung der Reizung bei *St. J. R.* Aussetzen der Contractionen, wogende und wühlende Bewegungen mit sehr niedrigem Druck.

Curve III. Bei *CS* eingeschlichener constanter Strom von 4 Daniell. Als die erste Wirkung auftrat, stand der Schlitten des Du Bois-Sauerwald'-schen Rheochords auf 28. Bei *J* Reizung bei demselben Schlittenabstand. Bei 32 zwei Reizungen bei dem Abstand des Schlittens 32.

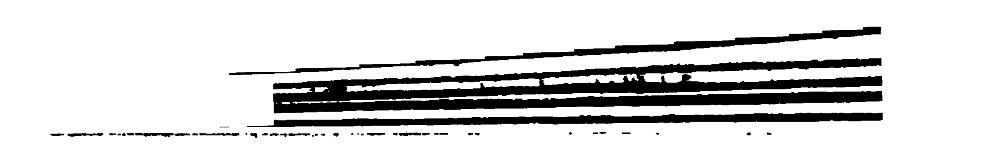
Curve IV zeigt ebenfalls die Wirkung des constanten Stromes; 4 Daniell Abstand 40 des Schlittens am Du-Bois-Sauerwald'schen Rheochord.

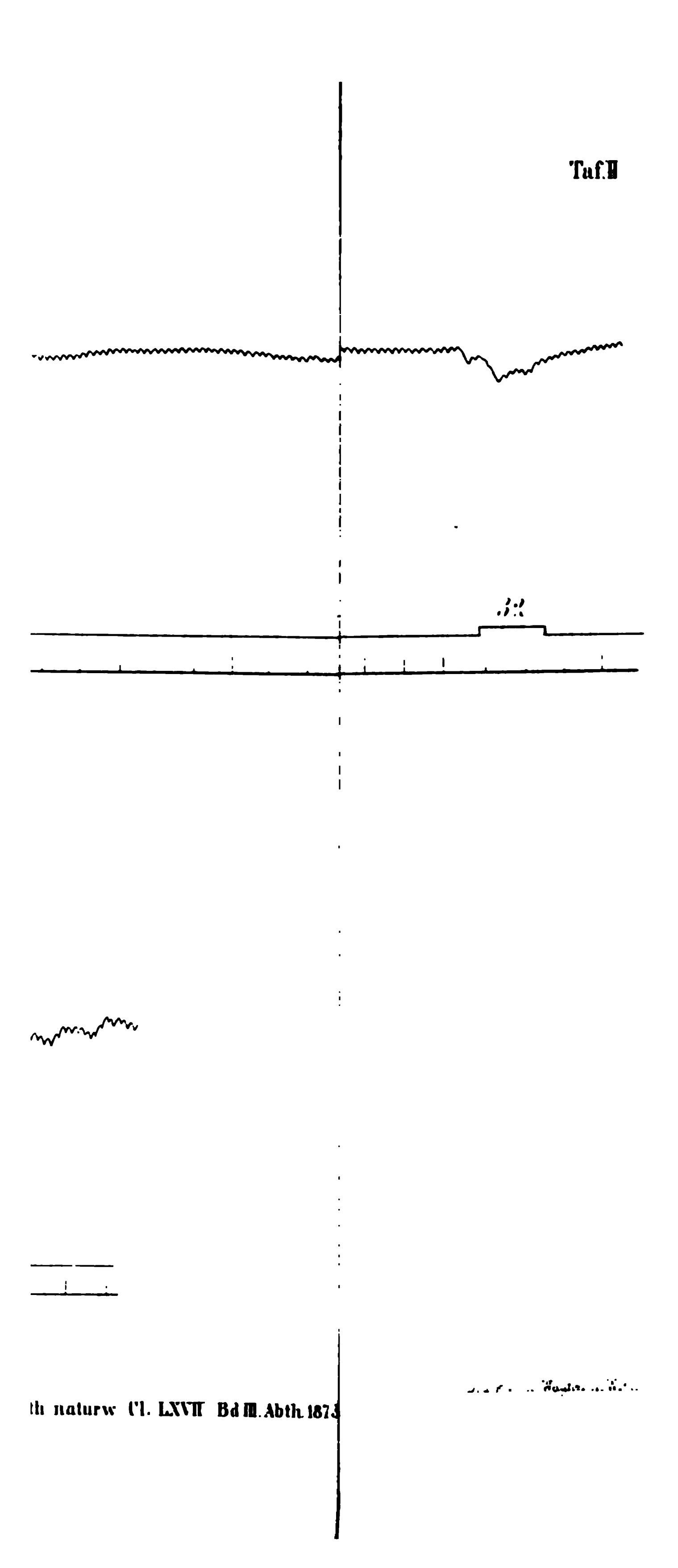

Taf.I



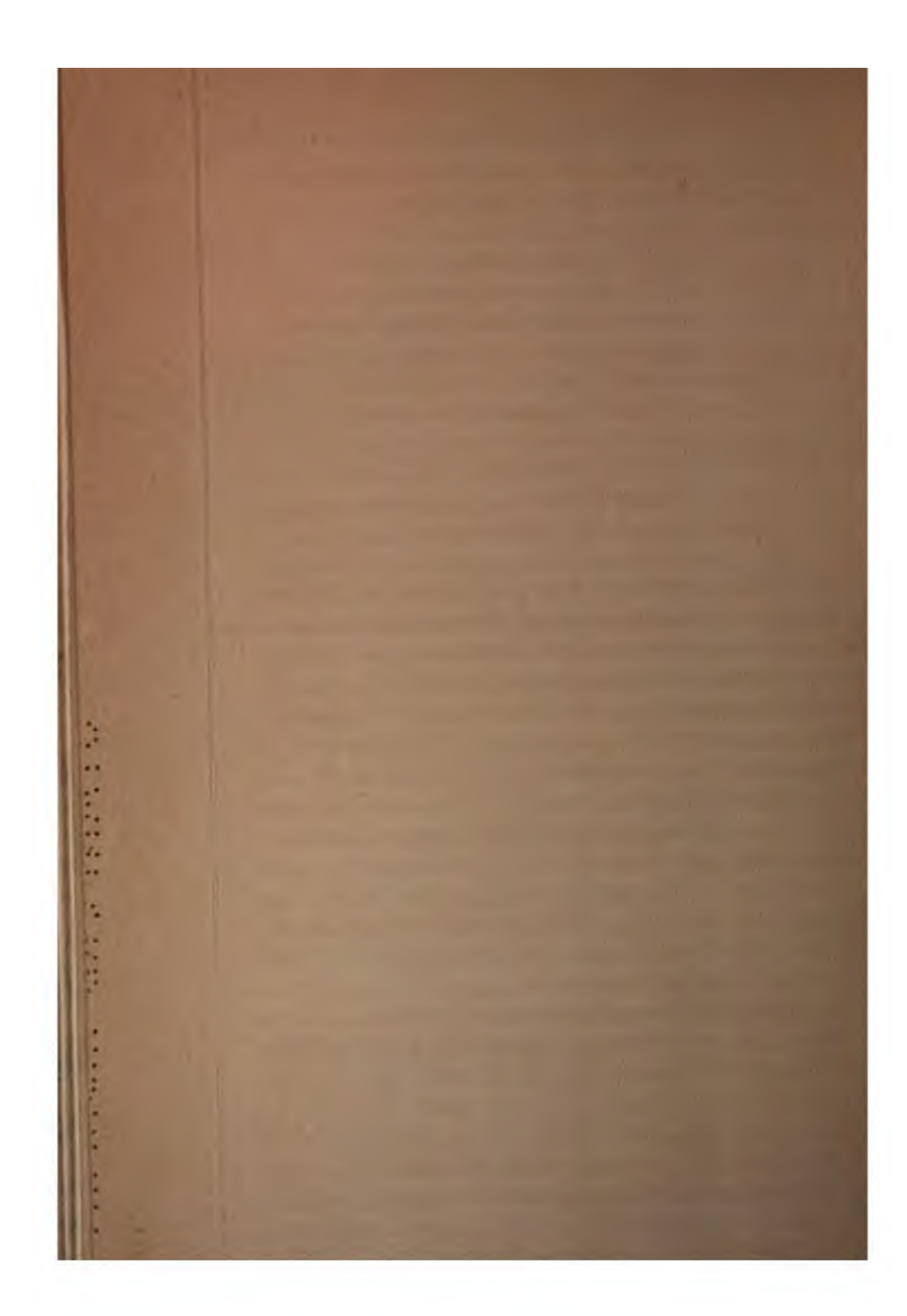

St
J
R






Taf.II





Untersuchungen über das Protoplasma.

Von C. Heitzmann.

V. Die Entzündung der Beinhaut, des Knochens und des Knorpels.

(Mit 1 Tafel.)

Entzündung der Beinhaut. Wenn man Knochen eines Säugethieres, — in meinen Fällen von Hunden, Katzen und Kaninchen, — durch eine Schädlichkeit künstlich zur Entzündung bringt, so ruft man in der Umgebung der verletzten Stelle in der Regel auch Entzündung des Periosts hervor. Die Erscheinungen sind identisch sowohl am verkalkten Periost (Periostknochen), wie im nicht verkalkten, streifig-bändrigen Periostgewebe.

Das Bild, welches das Periost des Schulterblattes einer älteren Katze am dritten Tage der Entzündung, an Chromsäure-Präparaten bietet, ist aus Fig. 1 ersichtlich. Wir erkennen, dass an Stelle des streifig-bändrigen Gefüges der Beinhaut eine Summe von theils rundlichen, theils spindelförmigen, grösstentheils kernhältigen Elementen vorhanden ist, welche in rautenförmigen Feldern gruppirt erscheinen.

Die Analyse der Elemente ergibt nun Folgendes:

Einzelne Elemente enthalten je ein centrales, homogenes oder von Vacuolen durchbrochenes, gelblich glänzendes Klümpchen (*a*), oder ähnliche kleinere in variabler Anzahl (*b*); um diese Klümpchen herum liegt je eine blasse, feinkörnige Zone. Andere Elemente besitzen nebst einem homogenen Klümpchen je einen blassen Kern (*c*), oder auch nur Einen Kern von sehr verschiedener Grösse und von rundlicher Gestalt (*d*). Im blasenförmigen Kerne sieht man bald ein grosses, bald ein bis drei kleinere Kernkörperchen. Endlich trifft man Elemente, in welchen keine

Kerne, dagegen in gewissen Entfernungen von einander eingestreute kernkörperchenähnliche Bildungen (*e*) nachweisbar sind. Zwischen den rautenförmigen Gruppen der geschilderten Elemente liegen schmale, spindelförmige Protoplasmakörper, vielleicht auf ihrer Kante aufgestellte, flache Spindeln. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Elementen aller genannten Formen stellen schmale, helle Säume dar, welche sämmtlich von queren, grauen, überaus feinen Streifen durchzogen sind.

Hier ist also das Periost in Elemente zerfallen, genau ähnlich jenen, welche die Grundlage zur Entwicklung von Periostgewebe abgegeben haben.

Noch schärfer tritt dieses Verhältniss an Präparaten hervor, welche ich von einer 5tägig entzündeten Beinhaut, nach Subcutan-Bruch der Unterschenkelknochen einer jungen, erwachsenen Katze erhalten habe (Fig. 2). Im entzündeten Periost kann man überall noch die elastischen Streifen erkennen (*aa*), welche das Gewebe in rautenförmige Bänder abtheilen. Manche Bänder sind aus Reihen rundlicher Elemente zusammengesetzt (*b*); andere in eine Summe von spindelförmigen Körpern aufgelöst (*c*), und wieder andere bestehen zum Theile aus solchen Körpern, zum Theile haben sie den Character des Periostbandes beibehalten (*d*). Der Übergang von granulirten Protoplasmakörpern in mit Grundsubstanz infiltrirte, anscheinend homogene Periost-Rauten ist nirgends ein jäher; vielmehr klingt das Bild von den ersteren gegen die letzteren so ab, dass sogar je eine Raute wieder theilweise blass gekörnt, theilweise grundsubstanzhältig erscheint. Die einzelnen Protoplasmakörper bieten auch in diesem Objecte ausnahmslos das oben geschilderte Verhalten.

Das in Rede stehende Periost ist im Gebiete der intensivsten Entzündung an grossen Strecken in eine Anzahl rundlicher Elemente aufgelöst, die besonders dicht in der unmittelbaren Umgebung der Blutgefässe beisammen liegen. In den Feldern zwischen den Blutgefässen sind verschieden grosse Gruppen, und auch einzelne Elemente von im Chromsäure-Präparate structurlos erscheinenden Grundsubstanz-Zonen umgeben, genau so, wie man dies im normalen Markgewebe beobachten kann. Aus den Gruppen der letztgenannten Art geht, wie man im Verfolge der Veränderungen des Callus an späteren Tagen beob-

achten kann, Knorpelgewebe hervor. Ich habe dieses Gewebe und dessen Entwicklung bereits geschildert [1], und verweise bezüglich des Details auf Fig. 3.

In den Höhlen der vorwiegend streifigen Grundsubstanz sind eingebettet theils grosse, blasse, kernhältige Protoplasmakörper (*a*); theils kleinere, von Vacuolen durchsetzte, gelbliche, glänzende Klümpchen (*b*); theils eine verschieden grosse Anzahl solcher Klümpchen (*c*). Endlich gibt es sehr kleine Höhlen in der Grundsubstanz, welche nur je ein winziges, gelblich glänzendes Klümpchen enthalten (*d*).

Der Bau dieses Gewebes stimmt in allen Dingen mit dem Baue des normalen Knorpels überein. Nur ist in die Augen fallend, dass sämmtliche Protoplasmakörper und auch deren Kerne stark glänzende, gelbliche Körnchen und Gruppen solcher Körnchen, die Knotenpunkte des Maschenwerkes der lebenden Substanz, enthalten. Es entsprechen eben diese Anhäufungen von lebender Materie innerhalb des Protoplasmas einer von mir schon früher beschriebenen Jugendform des letzteren.

Das ganze neugebildete Knorpelgewebe ist von starren, geradlinigen, glänzenden Fasern durchzogen, welche dasselbe in verschieden grosse, rautenförmige Felder abtheilen. Diese elastischen Fasern haben ursprünglich dem Periostgewebe angehört und sind vom Entzündungsprocesse unberührt geblieben. Sie sind auch noch im Gebiete des verkalkten Knorpels kenntlich und durchziehen hier anscheinend regellos sowohl die Grundsubstanz, wie auch die neu aufgetretenen Ausschmelzungsräume.

Dass die Producte des entzündeten Periosts übrigens nicht nur indifferente Markelemente und Knorpelgewebe, sondern auch rothe Blutkörper sein können, habe ich schon l. c. dargethan. Die der Blutkörperbildung zu Grunde liegenden Vorgänge sollen, um Wiederholungen zu vermeiden, im folgenden Abschnitte Erörterung finden.

Entzündung des Knochens. Die Befunde im entzündeten Knochen sind von mir [2] zum Theile schon geschildert wor-

[1] Über die Rück- und Neubildung von Blutgefässen im Knochen und Knorpel. Medic. Jahrb. 1873.

[2] Studien am Knochen und Knorpel. Medic. Jahrb. 1872.

den. Spätere, wiederholte Untersuchungen haben es mir ermöglicht, eine Übersicht über die Gesammtheit der Geschehnisse bei der Entzündung des Knochens bis zum achten Tage derselben, zu gewinnen. Dieselben lassen sich in zweierlei, eng durcheinander geflochtene Vorgänge trennen; der eine betrifft das Freiwerden, der andere die Verjüngung des Protoplasmas.

In den frühesten Stadien der Entzündung — 26 Stunden nach der Verletzung — und an der Periferie des Entzündungsherdes auch an späteren Tagen, kommt eine Lösung der Kalksalze der Grundsubstanz in buchtigen Feldern zu Stande, welche die Gewebseinheit (das Territorium) nicht immer in toto, sondern häufig nur theilweise betrifft.

Im weiteren Verlaufe des Processes wird die entkalkte Grundsubstanz ausgelöst, und es liegen nun platte, rundliche Protoplasmakörper theils vereinzelt, theils in verschmolzenen Gruppen vor, je welche central den ursprünglichen Kern der „Knochenzelle" enthalten. Innerhalb vieler verschmolzenen Gruppen sind eine Anzahl neuer Kerne aufgetaucht, und der vielkernige Körper bietet das unter dem Namen „Myeloplax" bekannte Aussehen. Ein vielkerniger Protoplasmakörper entspricht je Einer, oder mehreren, unter einander verschmolzenen Knochengewebseinheiten; er ist also die protoplasmatische Grundlage der Knochengewebseinheit selbst [1].

---

[1] Die von ihrem Entdecker Ch. Robin (1864) „Myeloplaxes" genannten Bildungen haben im Laufe der Zeit verschiedene Deutungen und Benennungen erfahren.

J. Bredichin (Centralblatt f. d. medic. Wissensch. 1867. Nr. 36) fasst dieselben als eine Übergangsstufe der Umwandlung des Knochengewebes in Knochenmark- und Granulationsgewebe auf; als Knochenzellen, welche nebst ihren Territorien von der übrigen Knochenmasse bei gleichzeitiger Vermehrung der Kerne abgetrennt sind. Dieser Forscher hatte demnach eine Anschauung, welche als richtig bezeichnet werden kann, wenn man berücksichtigt, dass ihm das Vorhandensein von lebender Materie innerhalb des Territoriums unbekannt war.

A. Kölliker (Verhandl. d. Würzburger phys. medic. Gesellsch. N. F. Bd. II. 1872) bestreitet die Auffassung von Bredichin; nach ihm entstehen die Riesenzellen — „Osteoklasten" — durch eine Umgestaltung der Bildungszellen des Knochengewebes, der Osteoblasten. Sie sind nach K. die Organe, welche das Knochen- und Zahngewebe auflösen.

Ein vielkerniger Protoplasmakörper kann an der Periferie des Entzündungsbezirkes sofort die Grundlage zur neuen Bildung von Knochengewebe abgeben; oder er zerfällt an mehr centralen Stellen des Bezirkes in eine Anzahl von Elementen, deren Jedes je einen Kern besitzt. Diese Elemente sowohl, wie die grösseren Protoplasmalager sind von analogen Nachbarbildungen durch schmale, helle Säume abgegrenzt, welche von queren Fädchen durchzogen werden, den lebendigen Brücken, die sämmtliche neu aufgetauchten Elemente unter einander und mit den benachbarten nicht ausgelösten Knochenkörpern verbinden [1].

Die bisher geschilderte Reihe von Veränderungen kann mitten im Knochengewebe sowohl, wie auch am Rande von Gefässkanälen in allen Übergängen verfolgt werden. Die Ausschmelzung der kalkfreien Grundsubstanz beginnt stets am Rande der Knochenhöhle, also in der Umgebung des nicht infiltrirten Protoplasmakörpers, und schreitet gegen die Periferie der Gewebseinheit weiter. Man kann sich überzeugen, dass nicht der centrale Knochenkörper (die Knochenzelle) vergrössert wird, sondern stets nur ein Schwund der Grundsubstanz erfolgt, welcher zum Freiwerden des Protoplasmas führt. Das Protoplasma, welches vor der Entzündung nur am Knochenkörperchen sichtbar war, wird jetzt in der ganzen Gewebseinheit sichtbar. Das Resultat dieser Vorgänge aber ist, dass die ganze, früher knöcherne Grundsubstanz in eine Anzahl platter, spindelförmiger, kernhältiger Protoplasma-

---

Ähnliche Anschauungen vertritt G. Wegner (Virchow's Archiv. LVI. Bd. 1872). Ihm scheinen die Myeloplaxen wahre Auswüchse, Sprossen der Gefässwandungen zu sein. Sie entwickeln sich nach W. zu Gefässen, zu Fasergewebe, oder vielleicht zu Markzellen.

Die vielkernigen Protoplasmakörper sind aber bekanntlich keineswegs dem Knochenmarkgewebe specifisch zukommende Bildungen; sie erscheinen vielmehr überall da, wo das Protoplasma eine Gewebseinheit erzeugt, bevor die Infiltration mit Grundsubstanz eingetreten ist; oder wo die Grundsubstanz in normalen oder krankhaften Processen langsam ausgeschmolzen, die Gewebseinheiten demnach frei wurden.

[1] An vielkernigen Protoplasmakörpern stellen diese Fädchen die von verschiedenen Beobachtern als „Cilien“ bezeichneten Bildungen dar.

körper zerfällt. (Fig. 4 *a*.) Die lebende Materie innerhalb der Grundsubstanz, und nicht etwa die letztere selbst, hat das Materiale für diese nicht neugebildeten, sondern nur sichtbar gewordenen und in neuen Gruppen gelagerten Elemente abgegeben.

Die Formen der neu aufgetauchten Elemente stimmen vollständig mit jenen überein, welche in normalen Gefässkanälen älterer Thiere den Raum zwischen Blutgefäss und Knochenwand erfüllen. Es sind eben Markelemente im Indifferenz-Stadium (Osteoblasten).

Bis zum achten Tage der Entzündung können an der Oberfläche des entzündeten Knochengewebes die Elemente der Ausschmelzungsräume wieder in „osteoides" Gewebe umgewandelt werden dadurch, dass ein Theil derselben mit Kalksalzen infiltrirt wird (Fig. 5). Es entstehen dann stark glänzende Bälkchen, zwischen welchen in unregelmässig angeordneten Höhlen zum Theile kernhältige Protoplasmakörper übrig bleiben.

Die zweite Reihe der Veränderungen betrifft das Protoplasma selbst: dasselbe kehrt aus der Lebensphase des höheren Alters in relativ kurzer Zeit zum Jugendzustande zurück. Dieser Vorgang betrifft zuerst, und ganz constant den homogenen Kern an jüngeren, und das Kernkörperchen an älteren Thieren (Fig. 4 *b*). Der Kern wird zu einem glänzenden, gelblichen Körper umgewandelt, welcher sofort in mehrere Klümpchen zerklüftet. Im Entzündungsherde trifft man auch in noch nicht ausgeschmolzenen Knochenlamellen vom zweiten bis dritten Tage der Entzündung an, vorwiegend Knochenkörperchen mit getheilten Kernen.

Der eben bezeichnete Vorgang betrifft sehr häufig einen grösseren Theil des Knochenkörperchens (der „Knochenzelle"), oder auch das ganze Knochenkörperchen.

Das letztere wird theilweise oder ganz zu einem gelblichen, glänzenden Klümpchen umgewandelt, und bietet jetzt das Aussehen, wie ich es (l. c.) als hämatoblastisch geschildert habe. Um das homogene Klümpchen herum erfolgt die Ausschmelzung der Grundsubstanz genau so, wie in dem zuerst beschriebenen Entzündungsbilde.

Die Rückkehr zum Jugendzustande kann aber relativ frühzeitig nicht nur den centralen Knochenkörper, sondern auch



einen variablen Antheil der in der Grundsubstanz eingeschlossenen lebenden Materie betreffen. Es können nicht nur einzelne Ausläufer des Knochenkörperchens verbreitert werden, sondern in denselben kann unabhängig vom centralen Protoplasmakörper eine Rückkehr zum Jugendzustande stattfinden (l. c.).

Endlich kann dieser Vorgang die ganze, innerhalb der Gewebseinheit vorhandene lebende Materie betreffen, und dann entstehen Bilder, deren Eines ich (l. c. Taf. IX, Fig. 3) gezeichnet habe. Hier ist die Verjüngung des Protoplasmas der Ausschmelzung der Grundsubstanz vorausgegangen.

Das Resultat der Verjüngung ist verschieden, je nach dem Grade derselben.

Es entstehen aus dem Knochenkörperchen sowohl, wie aus der lebenden Materie der Grundsubstanz eine Summe glänzender, homogener Klümpchen (Fig. 4 *c*), deren Jedes, selbst das winzigste befähigt ist, je ein neues Element zu bilden. Dieser Neubildungsprocess, welcher in Ausschmelzungsräumen schrittweise verfolgt werden kann, ist darin begründet, dass sich in der compacten lebenden Materie wieder ein Maschenwerk differenzirt; darin also, dass das Jugend-Protoplasma nach und nach in ein höheres Alter eintritt. Jedes Klümpchen und jedes Element bleibt unter diesen Verhältnissen mit allen seinen Nachbarn in ununterbrochener, lebendiger Verbindung.

Wenn die Zerklüftung des jungen Protoplasmas in kleine Klümpchen sehr früh und rapid erfolgt, dann entstehen Gebilde, welche ich als H ä m a t o b l a s t e n bezeichnet habe. Aus jedem Hämatoblasten kann, wenn seine directe Verbindung mit den Nachbar-Elementen gelöst und seine Periferie verdichtet wird, ein rothes Blutkörperchen hervorgehen. Die neu entstandenen Blutkörper liegen in und zwischen anderen Protoplasmakörpern; oder sie werden von einer Schale jungen, durch Vacuolenbildung hohl gewordenen Protoplasmas eingeschlossen, — die erste Anlage von Blutgefässen, welche von Haus aus rothe Blutkörper enthalten.

Die zweite Reihe der geschilderten Veränderungen bei der Entzündung des Knochens führt zu Bildungen, wie wir sie in der unmittelbaren Nähe des Entzündungsherdes constant antreffen. Eine Anzahl von neugebildeten Ausschmelzungsräumen

ist hier nämlich erfüllt mit gelblichen, glänzenden Markelementen, welche in den Formen und im Verhalten ihrer Grundsubstanz den normalen, jugendlichen Markelementen völlig analog sind. In derartigen Ausschmelzungsräumen erfolgt stets mehr oder weniger reiche, bisweilen sogar massenhafte Neubildung von rothen Blutkörpern und, wenn auch nicht constant, von Blutgefässen. In der Regel enthalten die Ausschmelzungsräume vorwiegend central Blut und Blutgefässe, perifer hingegen Protoplasmakörper von verschiedener Grösse. Dass übrigens rothe Blutkörperchen auch in vielkernigen Protoplasmakörpern, und Blutgefässe aus denselben entstehen können, habe ich (l. c.) nachgewiesen.

Ich muss schliesslich noch einmal betonen, dass der lebendige Zusammenhang der Protoplasmakörper bei der nicht eiterigen Entzündung des Knochens nicht unterbrochen wird.

Eine constatirbare Isolirung erleiden nur die rothen Blut- und die Eiterkörperchen. Erstere schwimmen in einer Flüssigkeit, deren Auftreten mit einem theilweisen Zugrundegehen, Abblassen und Schwinden von Protoplasma verbunden ist. Die Bildung von Blutflüssigkeit geschieht stets innerhalb der ersten Vacuolen (l. c.), der ersten Gefässschläuche, und die Flüssigkeit sowohl, wie die neuen, fertigen rothen Blutkörper werden, sobald die neuen Gefässschläuche mit den älteren in Verbindung treten, Gegenstand des Blutkreislaufes. Dass endlich aus dem freigewordenen Protoplasma des Knochengewebes bei der Entzündung Eiterkörper hervorgehen können, hat J. v. Rustizky [1] bereits dargethan.

Entzündung des Knorpels. Die durch die l. c. dargestellten Befunde im entzündeten Knorpel begründeten Thatsachen sind folgende:

Verletzungen des Hyalin-Knorpelgewebes allein führen, selbst wenn sie mit den intensivsten Reizmitteln — Glüheisen — erzeugt werden, nur zu unbedeutenden Veränderungen in der nächsten Umgebung der verletzten Stelle. Der Entzündungsbezirk ist räumlich sehr gering, oder ein solcher fehlt vollständig.

[1] Untersuchungen über Knocheneiterung. Medic. Jahrb. 1871.



Dagegen führt eine Verletzung selbst mächtiger Knorpellager, z. B. des Kniegelenkknorpels, sofort zu Veränderungen im Knorpelgewebe, wenn mit dem Knorpel gleichzeitig der Knochen verletzt wird. In der Grundsubstanz des Knorpels erfolgt nämlich unter diesen Verhältnissen eine Ablagerung von Kalksalzen in einer, je näher der Knochenwunde, desto breiteren Zone um die Knorpelwunde herum (Fig. 6). Gleichzeitig werden innerhalb des Kalkgebietes die Knorpelkörper zu gelblichen, glänzenden Klümpchen umgewandelt, — die Protoplasmakörper („Zellen") kehren in den Jugendzustand zurück. Die Ausschmelzung der verkalkten Grundsubstanz geschieht, ausgehend vom Wundrande, in buchtigen Räumen, analog jenen des entzündeten Knochengewebes (Fig. 7).

Das Resultat dieser Vorgänge ist ein Auftauchen von neuen Elementen nicht nur aus dem Materiale des nicht infiltrirten Knorpelprotoplasmas, sondern auch aus dem, in der Grundsubstanz eingelagerten, mächtigen Antheile der lebenden Substanz.

Die frei gewordenen, in neue Elemente differenzirten Protoplasmakörper sind theils rund, theils spindelförmig und in Form und Aussehen durchaus jenen des jungen Markgewebes gleich.

In dünnen Lagen des hyalinen Knorpelgewebes, z. B. am Knorpelrande der Scapula-Platte, kann streckenweise bei gleichzeitiger Verletzung des Knorpels und des Knochens eine directe Ausschmelzung der Knorpelgrundsubstanz, ohne vorausgegangene Verkalkung derselben, eintreten. Dann werden die Knorpelgewebseinheiten zunächst zu vielkernigen Protoplasmakörpern umgewandelt, und schliesslich in eine Summe von rundlichen, kernhältigen Klümpchen aufgelöst, die jedoch sämmtlich untereinander sowohl, wie mit den nicht ausgeschmolzenen Gewebseinheiten des Knorpels in lebendigem, durch zarte Speichen vermittelten Zusammenhange bleiben. Es sind dies eben dieselben Elemente, aus welchen die Knorpelgewebseinheiten ursprünglich hervorgegangen sind.

Der gleiche Vorgang ist endlich an den Kanten und Seitenflächen des Kniegelenkknorpels des Oberschenkelbeins zu verfolgen, wo es sehr frühzeitig zur Bildung von sogenannten „Zellennestern" innerhalb einer streifig gewordenen Grund-

substanz kommt. Hier treten zunächst vielkernige Protoplasmakörper auf, welche übrigens schon R. Redfern [1] gekannt hat. Zerfällt ein solcher Körper in eine Anzahl kernhältiger Elemente, dann bleiben zunächst auch hier die neu aufgetauchten Klümpchen untereinander sowohl, wie mit ihren Nachbarn in Verbindung.

Dass in allen aufgezählten Formen der Knorpelentzündung Neubildung von Blut und Blutgefässen stattfindet, habe ich schon l. c. dargethan; der Vorgang ist im Wesentlichen überall derselbe, wie ich ihn am entzündeten Knochengewebe schilderte.

Nur einmal, unter einer grossen Zahl von Versuchen, künstlich Entzündung des Periosts, des Knochens und des Knorpels an Hunden, Katzen und Kaninchen herbeizuführen, habe ich bei einem Kaninchen Eiteransammlung im Kniegelenke am siebenten Tage der Entzündung constatiren können. Die nähere Untersuchung ergab, dass die freie Knorpeloberfläche sowohl, wie die Synovialhaut mit einer, von der Unterlage nicht scharf abgegrenzten, fast continuirlichen, vielkernigen Protoplasmalage bedeckt war. In der dicken, käsig-breiigen Eitermasse fand ich grössere und kleinere mehrkernige Klümpchen und isolirte, blasse, kernhältige Körper, „Eiterzellen“ in grossen Mengen, welche von einander durch eine flüssige Substanz, das Eiterserum, getrennt erschienen.

Das Wesen der Entzündung wurde von der Humoralpathologie bekanntlich vorwiegend in einer Erkrankung des Blutes und einer Ausschwitzung von Blutflüssigkeit — Exsudat — gesucht; während die Cellularpathologie den Herd der Erkrankung vorwiegend in die Individuen, die Gewebszellen, verlegte. Die letztere, von Virchow ausgegangene Anschauung war die bis heute herrschende.

Die Anwesenheit von Exsudat, einer veränderten Blutflüssigkeit beim Entzündungsprocesse, innerhalb der Gewebe, braucht heute nicht erst erwiesen zu werden. Denn einerseits wurde sie von keiner Seite angezweifelt, und dann sind die Vor-

[1] Anormal nutrition in the articular cartilages. London 1850.



gänge bei der Entzündung des Knochens ohne die Annahme einer, die Lösung der Kalksalze und dann der osteogenen Grundsubstanz herbeiführenden Flüssigkeit überhaupt nicht erklärlich.

Aber auch das entzündete Knorpelgewebe liefert wichtige Anhaltspunkte für das Vorhandensein eines Exsudates. Der Umstand nämlich, dass man im Hyalin-Knorpelgewebe bei reiner Verletzung desselben nur höchst unbedeutende Veränderungen herbeizuführen vermag, während sofort beträchtliche Veränderungen im Knorpelgewebe eintreten, wenn gleichzeitig Knorpel und Knochen verletzt wurden, spricht für eine directe Abhängigkeit der entzündlichen Vorgänge von den Blutgefässen.

Die rasche Kalkablagerung im Knorpel kann ihre Quelle kaum irgendwo anders, als in einer, den Knorpelkörpern zugeführten Flüssigkeit haben. Der Umstand, dass bei Anlage eines in den Knorpel und den Knochen eindringenden Bohrloches am Rande des Loches in der Grundsubstanz des Knorpels Kalksalze deponirt werden, in einer gegen den Knochen zu sich verbreiternden Zone, spricht ferner dafür, dass von den Knochengefässen aus das Bohrloch mit einer Flüssigkeit überschwemmt wird, aus welcher die lebendige Substanz des Knorpels das ursprünglich gelöste Kalkmateriale bezieht, um dieses in der chondrogenen Grundsubstanz zu deponiren.

Aus der Summe der bis heute bei der Entzündung des Knorpels bekannten Thatsachen wird sich demnach keine Waffe schmieden lassen zur Bekämpfung der Lehre vom Exsudate und der Betheiligung des Blutes und der Blutgefässe beim Entzündungsprocesse; ebensowenig, als dies aus dem bisher bekannt gewordenen Beobachtungsmateriale bei Keratitis thunlich war.

Anders steht die Sache in Betreff der Veränderungen der präsumtiven Individuen, der „Zellen".

S. Stricker [1] hat zuerst klar ausgesprochen, dass die „Zellen" durch die Entzündung in einen Jugendzustand zurückgeführt werden, in welchem dieselben zur Proliferation befähigt sind. Die Aussage beruhte auf dem Nachweise der Veränderungen am Protoplasmakörper, seiner Schwellung, seines Amöboidwerdens, des Hervorgehens neuer Kerne und neuer Protoplasma-

---

[1] Studien aus dem Institute f. experiment. Pathologie in Wien. 1870.

körper aus dem alten, bei gleichzeitigem Zugrundegehen der „Intercellularsubstanz“.

Diese Vorstellung lässt sich nun in allen Consequenzen nicht nur für die „Zellen“, sondern für das ganze entzündete Gewebe überhaupt durchführen. Jedes Gewebe wird nämlich bei der Entzündung zunächst in einen Zustand zurückgeleitet, in welchem es bei seiner Entwicklung war, welcher also seinem Jugendzustande entspricht.

So löst sich bei der Entzündung das Knochengewebe in Elemente auf, aus welchen es hervorgegangen ist. Im Knochen werden durch die Lösung der Grundsubstanz Ausschmelzungsräume in gewissen Entfernungen von einander etablirt, die den entzündeten Knochen eines noch so alten Thieres schon in den gröberen Verhältnissen mit dem des neugeborenen gleich aussehend machen. Hiezu kommt, dass die Grundsubstanz bei der Entzündung den lamellösen Bau verliert und streckenweise ein streifiges Aussehen annimmt, wie dasselbe dem compacten Knochen des neugeborenen Thieres zukommt. Die Ausschmelzungsräume endlich sind erfüllt mit Elementen, welche mit jenen des Markgewebes, aus welchem das Knochengewebe hervorgegangen ist, identisch erscheinen.

Dasselbe geschieht mit dem Periost und mit dem Knorpel. Die Periostbänder, deren Grenzen durch die unveränderten „elastischen Fasern“ kenntlich bleiben, werden zunächst aufgelöst in Reihen und Gruppen von runden und spindelförmigen Protoplasmakörpern, welche den ursprünglichen Periostbildnern nicht nur quod ad Form entsprechen, sondern mit ihnen geradezu identisch sind. Der Knorpel wird durch die Entzündung zerlegt in jene Markelemente, aus welchen sein Gewebe ursprünglich zusammengefügt ist.

Die Gesammtheit der durch den Entzündungsprocess zu Tage geförderten Elemente wurde bisher unter den Bezeichnungen: „entzündliche Neubildung“, „Granulationsgewebe“, und „Eiterung“ subsummirt. In letzterer Zeit hat man auch jedes neu aufgetretene Element kurzweg als „Eiterkörperchen“ bezeichnet.

Die neu aufgetauchten Elemente sind, wie sich aus meinen Beobachtungen ergibt, zunächst Elemente des Gewebes selbst; man wird deshalb von „entzündlicher Neubildung“ erst in späteren Stadien der Entzündung sprechen können, wenn aus dem frei gewordenen Protoplasma-Materiale eine Summe wirklich neu entstandener Körper hervorgegangen ist.

Die Bezeichnung „Granulationsgewebe“ dürfte nicht haltbar sein, denn durch die Entzündung wird kein neues Gewebe überhaupt producirt, sondern nur ein demjenigen analoges, aus welchem das entzündete Gewebe von Haus aus entstand — für Periost, Knochen und Knorpel also Markgewebe.

Die generelle Bezeichnung der entzündlichen Neubildung als „Eiterkörperbildung“ ist aber völlig unrichtig. Aus den geschilderten Befunden geht nämlich hervor, dass die neu aufgetauchten und neu gebildeten Elemente unter einander sowohl, wie mit dem nicht entzündeten Nachbargewebe in ununterbrochenem, lebendigen Zusammenhange stehen

Wenn bei der Entzündung eines Gewebes einzelne Protoplasmakörper aus der Continuität mit ihren Nachbarn scheiden, um als „Wanderzellen“ Locomotionen auszuführen, so geschieht dies augenscheinlich nur in vorübergehender Weise. Nur die neugebildeten Blutkörper, welche innerhalb der neugebildeten, dann mit älteren in Verbindung tretenden Blutgefässe liegen, werden dauernd von dem Mutterboden abgelöst.

Dagegen sind die, den Eiter constituirenden Eiterkörperchen wirklich isolirte, durch Flüssigkeit von einander getrennte Elemente. Der Eiter stellt aber kein Gewebe dar, und soweit bis jetzt bekannt und allgemein zugegeben wird, ist derselbe zur Gewebsbildung überhaupt nicht tauglich.

Es besteht demnach ein durchgreifender anatomischer Unterschied zwischen jenen Processen, welche die Pathologen als „plastische“ einerseits, und „eitrige Entzündung“ andererseits, bezeichnet haben. Es kann übrigens zugegeben werden, dass beide Processe auf nur graduell verschiedenen Ursachen beruhen.

Fassen wir nun die entzündlichen Veränderungen der lebenden Materie der Gewebseinheiten ins Auge. Dieser Materie wird bei der Entzündung wahrscheinlich zunächst ein

Plus von flüssigem Nahrungsmateriale zugeführt. Ob die Strömung der Flüssigkeit in Räumen geschieht, welche zwischen der lebenden Materie und der Grundsubstanz übrig bleiben, oder ob diese Flüssigkeit sofort in die lebende Substanz eingeht, von dieser getrunken wird, diese Frage kann durch die Beobachtung allerdings nicht gelöst werden.

Thatsache aber ist, dass das zugeführte Plus seine Wirkung zuerst vorwiegend häufig am, der Form nach jüngsten Antheile der Gewebseinheit, an den Kernkörperchen oder am Kerne des nicht infiltrirten Protoplasmakörpers äussert. Derselbe kehrt durchschnittlich zu allererst in den Jugendzustand zurück; er zerspaltet sich in mehrere Klümpchen; er wird getheilt — Virchow[1].

Die in der Grundsubstanz eingeschlossene lebende Materie reagirt auf die veränderte Flüssigkeitzufuhr in der Regel durch Auslösung ihrer Grundsubstanzhülle. Dann folgt die Verjüngung derselben in einer gewissen Zahl von Centren, deren jedes Einzelne je ein Kernkörperchen oder je einen Kern repräsentirt. Damit ist das geschilderte Bild der Rückkehr zum Jugendzustande des Gewebes hergestellt.

Näher dem Entzündungsherde betrifft die Verjüngung eine grössere Menge der lebenden Materie, welche zu compacten Klümpchen umgewandelt wird. Jedes dieser Klümpchen kann wieder zersplittern und jedes Theilchen kann die Grundlage eines neuen Protoplasmakörpers werden. Bleibt der Zusammenhang zwischen diesen Körpern erhalten, dann ist das Ergebniss Markgewebe; wird hingegen der Zusammenhang gelöst, so werden aus den compacten Splittern der lebenden Materie Hämatoblasten und schliesslich rothe Blutkörperchen.

Die Bildung neuer Elemente aus grösseren Protoplasmalagern kommt nachweislich dadurch zu Stande, dass sich innerhalb derselben in gewissen, von der Lagerung compacter Centren abhängigen Entfernungen Grenzen, sogenannte „Theilungsmarken“, bilden; neue Kitt- oder Grundsubstanz, in welcher kein Maschenwerk, sondern nur zarte Speichen der lebenden

---

[1] Über die Theilung der Zellenkerne. Dessen Archiv. XI. Cellularpathologie. 1871.

Materie vorhanden sind. Jedem der neu entstehenden Protoplasmakörper entspricht ein in der Jugendphase bleibendes Centrum in Form eines Kernes, eines oder mehrerer Kernkörperchen.

Wird endlich der Zusammenhang im Protoplasma an unzähligen Stellen unterbrochen, reissen die Verbindungsspeichen zwischen den einzelnen Klümpchen durch, und schwimmen nun die nicht mehr productionsfähigen Klümpchen in einer flüssigen Grundsubstanz, dem Eiterserum, so haben wir als Resultat die eigentliche Eiterbildung. Dieses Product ist bekanntlich dem Untergange geweiht.



Die Summe der aufgezählten Thatsachen führt uns zur Erkenntniss, dass eine *Cellularpathologie* im Sinne *Virchow's* nicht aufrecht erhalten werden kann. Denn in den Geweben des Thierkörpers gibt es keine „Individuen“, keine „Zellen“, folglich auch keine isolirten „cellularen Krankheitsherde“.

Die Gewebe werden von Protoplasma und dessen Derivaten aufgebaut. In den Centren der Gewebseinheiten bleibt das Protoplasma erhalten; an den Periferien derselben ist hingegen die lebende Materie von Grundsubstanz infiltrirt. Nirgends aber ist der Zusammenhang der lebenden Materie unterbrochen. Die Schädlichkeit also, welche das centrale Protoplasma trifft, wird direct oder indirect auch die ganze Gewebseinheit treffen, und umgekehrt. Die Veränderungen werden sich immer auch an der Gewebseinheit manifestiren müssen.

Diese Veränderungen beruhen beim Entzündungsprocesse auf einer *Lösung der Grundsubstanz* in erster, und auf *einer vermehrten Erzeugung ihres Gleichen von Seite der lebenden Materie* in zweiter Linie. Wie ich schon in einer früheren Abhandlung dargethan habe, ist jedes, noch so winzige Klümpchen der lebendigen Substanz befähigt, seines Gleichen zu erzeugen, also zu wachsen und ein neues Element zu produciren. Dies gilt für die isolirten Klümpchen ebenso, wie für die zu Organismen und Geweben vereinigten Massen der lebenden Materie.

Es wird erst durch Beobachtung zu constatiren sein, ob nicht gewisse „freie“ Exsudate im Thierkörper eine Anzahl isolirter, aus dem Zusammenhange mit den erkrankten Geweben gerissener Klümpchen mit sich führen, die zum Theile und unter gewissen Bedingungen noch lebens- und bis zu einem gewissen Grade auch productionsfähig sein könnten. Möglicherweise liegt hier neben der Auswanderung farbloser Blutkörper auch eine Quelle für die massenhafte Bildung von Eiterkörperchen.

Innerhalb eines Gewebes aber erleidet stets nur die lebende Materie Ernährungsstörungen, gleichviel, ob sie von Protoplasmaflüssigkeit umspült, oder von einer Grundsubstanzmauer umgeben ist. Die nicht lebendige Grundsubstanz mag Veränderungen welcher Art immer eingehen, productionsfähig ist nur die lebende Materie; sie erzeugt die mächtigen Neubildungen, welche zum Entstehen neuer Gewebe — Pseudomembranen, Schwielen, Vegetationen etc. — führen.

Nicht die „Zelle“, und auch nicht der lebendige Antheil der „Zelle“ allein wächst und wuchert; es wächst und wuchert im Gewebe eben Alles, was lebensfähig ist, also auch der in der Grundsubstanz eingeschlossene Antheil der lebenden Materie.

Auf dieser, durch Beobachtungen und Schlüsse geläuterten Grundlage kehren wir für das Bindegewebe zum Standpunkte Rokitansky's [1] zurück, indem wir von einer Productionsfähigkeit der bisher sogenannten „Intercellularsubstanzen“ sprechen.

Von einer Humoral- oder Solidarpathologie wird aber fernerhin ebensowenig die Rede sein können, wie von einer Cellularpathologie.

Es gibt eben keine andere Pathologie als die der lebenden Materie. Nur das, was lebt, kann krank werden.

---

[1] Über das Auswachsen der Bindegewebssubstanzen und die Beziehung desselben zur Entzündung. Sitzungsber. d. Wiener Akademie der Wissenschaften. 1854.

Erklärung der Bilder.

Fig. 1. Aus dem Periost der mit der Kneipzange verletzten Scapula einer erwachsenen Katze. Dritter Tag der Entzündung. *abc* glänzende Klümpchen in den Centren von Protoplasmakörpern; *dd* kernhältige; *ee* kernkörperchenähnliche Klümpchen enthaltende Elemente. Chromsäure-Präparat. Vergr. = 800.

Fig. 2. Aus dem Periost einer subcutan gebrochenen Tibia von einer erwachsenen Katze. 5tägige Entzündung. *aa* elastische Streifen; *b* rundliche; *c* spindelförmige Elemente; *d* Übergänge von freiem Protoplasma in mit Grundsubstanz infiltrirte Periost-Rauten. Chromsäure-Präparat. Vergr. = 600.

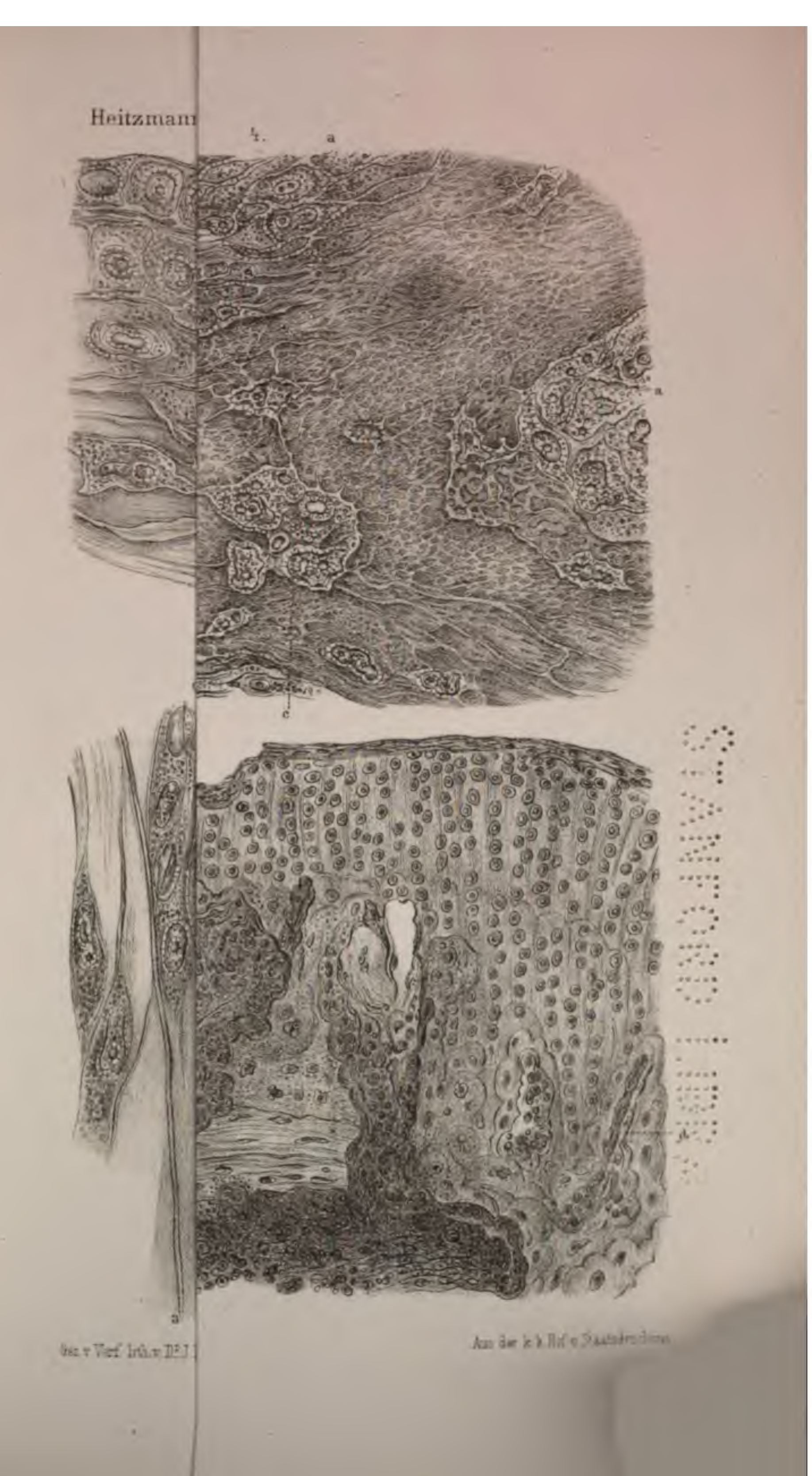
Fig. 3. Aus dem 14tägigen Knorpel-Callus einer subcutan gebrochenen Tibia von einer alten Katze; *a* kernhältiger Protoplasmakörper; *b* vacuolenhältiges Klümpchen; *c* Höhle mit zahlreichen kleinen Klümpchen; *d* Höhle mit Einem Klümpchen. Chromsäure-Präparat. Vergr. = 600.

Fig. 4. Aus einem Längsdurchschnitte der gebrochenen Fibula eines erwachsenen Hundes. Vierter Tag der Entzündung. *aa* platte Protoplasmakörper, zum Theile ohne scharfe Grenze in die Grundsubstanz des Knochens übergehend; *b* getheiltes Kernkörperchen; *c* Ausschmelzungsraum mitten im Knochengewebe; zahlreiche glänzende Klümpchen im Protoplasma. Chromsäure-Präparat. Vergrösserung = 800.

Fig. 5. Abschnitt aus einer, mit dem Glüheisen verletzten Tibia eines jungen Hundes. 8tägige Entzündung. Kalkablagerung im ausgeschmolzen gewesenen Gewebe. Chromsäure-Präparat. Vergr. = 600.

Fig. 6. Aus dem Horizontal-Durchschnitte eines gleichzeitig mit dem Epiphysen-Knochen verletzten Condyl. femoris, von einem mittelgrossen Kaninchen. Verkalkte Partie aus der Nähe des Knorpelwundrandes. Die Verkalkung hat an den Grenzen der Knorpelgewebseinheiten begonnen. Frisches Präparat. Vergr. = 600.

Fig. 7. Aus einem Frontaldurchschnitte des Condyl. femoris eines alten Kaninchens. 8tägige Entzündung, hervorgerufen durch Anbohrung mit dem Glüheisen nahe der Lateralfläche. *a* Ausschmelzungsraum des verkalkt gewesenen Knorpels; *b* Knochenbälkchen an der Grenze des verkalkten Knorpelgebietes; *c* Ausschmelzungsraum im Epiphysen-Knochen, im Zusammenhange mit einem Ausschmelzungsraume innerhalb des verkalkten Knorpels; *d* normaler Gefässkanal. Chromsäure-Präparat. Vergr. = 200.


Heitzman
a
a
c
a
Gez. v. Verf. lith. v. Dr. J.
Aus der k. k. Hof- u. Staatsdruckerei

SITZUNGSBERICHTE

DER

SERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXVIII. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

8.

ält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

XXII. SITZUNG VOM 9. OCTOBER 1873.

Der Präsident heisst die Mitglieder bei Wiedereröffnung der Sitzungen willkommen.

Derselbe gedenkt des schmerzlichen Verlustes, den die Akademie und speciell die math.-nat. Classe durch das am 17. September zu Leipzig erfolgte Ableben des inländischen c. M. Herrn Prof. Dr. Joh. Nep. Czermak erlitten hat.

Sämmtliche Anwesende geben ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Der Secretär legt drei Dankschreiben vor, und zwar:

1. Von dem c. M. Herrn Hofrathe Dr. Fr. Wöhler in Göttingen, für die ihm aus Anlass der am 2. September begangenen Feier seines 50jährigen Doctor-Jubiläums vom Präsidium der Akademie dargebrachten Glückwünsche. 2. Vom Herrn Prof. Dr. F. C. Donders für seine Wahl zum correspondirenden Mitgliede der Akademie. 3. Vom Herrn Prof. Dr. Const. Freiherrn von Ettingshausen für die ihm zur Erforschung der fossilen Flora des Sulm-Thales bewilligte Subvention von 300 fl.

Das „*Institut Impérial des Mines*" zu St. Petersburg ladet die Akademie mit Schreiben vom 18. September ein, sich bei seiner am 21. October (2. November) d. J. zu begehenden 100-jährigen Gründungsfeier durch eines ihrer Mitglieder vertreten zu lassen.

Das k. k. Ministerium des Inneren setzt die Akademie, mit Zuschrift vom 9. September, in Kenntniss, dass nach einem Berichte des Statthalters von Niederösterreich, im Winter 1872/3 am n.-ö. Donaustrome keine Eisbildung stattgefunden hat.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Beiträge zur Feststellung der Lagerungsformel der Allylverbindungen und der Acrylsäure", von dem c. M. Herrn Prof. Dr. Ed. Linnemann in Brünn.

„Beiträge zur Physiologie der Pflanzen", vom Herrn Prof. Fr. Krašan in Krainburg, eingesendet und empfohlen durch Herrn Vice-Director K. Fritsch in Salzburg.

„Bestimmung von Tangenten an die Selbstschattengrenze von Rotationsflächen", vom Herrn Prof. Dr. Rud. Staudigl in Wien.

„Der Golfstrom", vom Herrn Jos. Kregau in Görz.

„Über eine neue Weltanschauung und eine Universalerklärung der Natur", vom Herrn Eug. Schacherl zu Lembach im Mühlkreise.

Der Secretär legt ferner die im Drucke beendigte, gekrönte Preisschrift: „Untersuchungen über die Härte an Krystallflächen", vom Herrn Dr. Franz Exner, vor.

Herr Regierungsrath Dr. K. v. Littrow berichtet über die am 21. August vom Herrn Borelly in Marseille gemachte Entdeckung eines neuen teleskopischen Kometen.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie des Sciences et Lettres de Montpellier: Mémoires de la Section des Lettres. Tome IV, 2e—4e fasc. Années 1865—1868. — Mémoires de la Section des Sciences. Tome VI, 2e—3e fasc. Années 1865—1866; Tome VII, 1er—4e fasc. Années 1867—1870; Tome VIII, 1er fasc. Année 1871. — Mémoires de la Section de Médecine. Tome IV, 3e—5e fasc. Années 1865—1869. Montpellier; 4°.

American Chemist. Vol. III, Nr. 12; Vol. IV, Nrs. 1—2. Philadelphia, 1873; 4°.

Annalen der Chemie & Pharmacie von Wöhler, Liebig, Kopp, Erlenmeyer und Volhard. N. R. Band XCII, Heft 1—3. Leipzig & Heidelberg, 1873; 8°.

— der königl. Sternwarte bei München. XIX. Band. München, 1873; 8°.

Annales des mines. VIIe Série. Tome III, 1re & 2e Livraisons de 1873. Paris; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 22—28. Wien, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1949—1959. (Bd. 82. 5—15.) Kiel, 1873; 4°.

'omptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nrs. 2—11. Paris, 1873; 4°.

;xner, Franz, Untersuchungen über die Härte an Krystallflächen. Eine von der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien gekrönte Preisschrift. Wien, 1873; 8°.

·esellschaft der Wissenschaften, k. böhmische, in Prag: Sitzungsberichte. 1873. Nr. 4—5. Prag; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Band, Nr. 14—18. Wien, 1873; 4°.

ewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 30—40. Wien, 1873; 4°.

öttingen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus den Jahren 1869—1872. 4° & 8°.

ahrbuch, Neues, für Pharmacie und verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XXXIX, Heft 5 & 6; Band XL, Heft 1. Speyer, 187.; 8°.

andbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 15—20. Graz, 1873; 4°.

andwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1873, Nr. 11—13. Wien; 8°.

emòrial des Ingenieros. Tomo XXVII. Madrid 1872; 8°. — Estado del cuerpo de Ingenieros del ejército en 1873. Madrid; 8°.

oniteur scientifique du D^{teur} Quesneville. 380e—382e Livraisons. Paris, 1873; 4°.

ature. Nrs. 195—205, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

bservatorio, Real, de Madrid: Annuario. I. Año. 1860; II. Año. 1861; VII. Año 1866. Madrid, 1859, 1861 & 1865; 8°. — Observaciones meteorológicas efectuadas en el Observatorio de Madrid, 1864—1865 & 1870—1871. Madrid, 1866 & 1872; 8°. — Resúmen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Peninsula. 1870—1871. Madrid. 1872; 8°.

›servatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VII. Nr. 2. 1872; Vol. VIII, Nr. 4. 1873, Torino; 4°.

Osservatorio Reale, di Brera in Milano: Pubblicazioni Nr. III Milano & Napoli, 1873; 4⁰.

Repertorium für Experimental-Physik etc. Von Ph. Carl. IX. Band, 3. & 4. Heft. München, 1873; 8⁰.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. IIIe Année, 2e Série, Nrs. 4—14. Paris, 1873; 4⁰.

Sammlungen, Die, der vereinten Familien- und Privat-Bibliothek Sr. Maj. des Kaisers. I. Band. Wien, 1873; Folio.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. 1873. Disp. 4^a—6^a. Palermo; 4⁰.

Société Géologique de France: Bulletin. 2e Serie. Tome XXIX, (1872), Nr. 8; 3e Série. Tome Ier (1873), Nr. 3. Paris; 8⁰.

— des Ingénieurs civils: Mémoires et Compte rendu des travaux. 3e Série. 26e Année. 1er Cahier. Paris, 1873; 8⁰.

Verein der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg: Archiv. 26. Jahr. Neubrandenburg, 1873; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 30—40. Wien, 1873; 4⁰.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang, 10—12. Heft. Wien, 1873; 4⁰.

XXIII. SITZUNG VOM 16. OCTOBER 1873.

Herr Prof. Dr. Camil Heller in Innsbruck übersendet eine vorläufige Mittheilung über die von ihm, mit Unterstützung der Akademie, angestellten Untersuchungen der Tunicaten des Adriatischen Meeres, und zwar zunächst „über das Gefässsystem der Tunicaten, namentlich der Ascidien".

Herr August Fischer, suppl. Gymnasial-Professor in Prag, hinterlegt ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung seiner Priorität.

Herr Prof. Dr. Aug. Em. Ritter v. Reuss legt die erste Abtheilung einer für die Denkschriften bestimmten Abhandlung vor, betitelt: „Die Bryozoen des österreichisch-ungarischen Miocäns".

Herr Regierungsrath Dr. Th. Ritter v. Oppolzer überreicht eine zweite Abhandlung: „Über den Winnecke'schen Kometen (Komet III. 1819)."

Herr Prof. Dr. Jos. Boehm übergibt eine Abhandlung: „Über den Einfluss des Leuchtgases auf die Vegetation."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia, Reale, dei Lincei: Atti. Anno XXV. Sess. 7ª; Anno XXVI. Sess. 5ª. Roma, 1873; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Februar (Nr. 2), März & April 1873; Berlin, 8°. — *Corpus inscriptionum Atticarum. Vol. I. Berolini, MDCCCLXXIII; in folio.*

— — ungarische: Évkönyvei. XIII. Kötet, 3., 5., 6., 7. & 8. darab. Pesten, 1870—1872; 4°. — Archaeologiai Közlemények. VIII. Kötet, 2. & 3. füzet. Pest, 1871; 4°. — Értesítője. IV. Évfolyam. 13.—18. szám. 1870; V. Évfol. 1—17. szám. 1871; VI. Évfol. 1.—8. szám. 1872. Pest; 8°. — Értekezések a természettudományok köréből. III.—XV.

szám. (1870 & 1871); I.—III. szám. (1872). — Értekezések a bölcsészeti tudományok köréből. 1871, I. szám.; 1872, II. szám. — Értekezések a történeti tudom. köréből. 1872. I. szám. — Értekezések a nyelv és széptudom. köréből. 1870. II.—V. & XI. szám; 1871—1872. VI.—XI. szám. — Értekezések a mathematikai osztály köréből. 1870—1871. VI.—XI. szám.; 1872. I. szám. — Értekezések a társadalmi tudom. köréből. 1870. II. & III. szám; 1871. IV. szám; 1872. V. szám. Pest; 8°. — Almanach. 1871 & 1872. Pesten; 8°. — Nyelvtudományi Közlemények. IX. kötet, 1.—3. füzet; X. kötet, 1. füzet. Pesten, 1871 & 1872; 8°. — Statistikai és nemzetgazdasági Közlemények. VII. kötet, 1. & 2. füzet; VIII. kötet, 1. & 2. füzet. Pesten, 1869, 1871 & 1872; 8°. — Magyar történelmi tár. XV.—XVIII. kötet. Pesten, 1871—1872; 8°. — A Magyar nyelv szótára. V. kötet, 5. füzet; VI. kötet, 1. & 2. füzet. Pest, 1870—1872; 4°. — Török-Magyarkori történelmi emlékek. I. osztály: Okmánytárak. VI. & VII. kötet. Pest, 1871; 8°. — *Monumenta Hungariae historica*. I. osztály: Okmánytárak. XIV—XVII. kötet. Pest, 1870 & 1872; 8°; II. osztály: Írók. XX. & XXI. kötet. Pest, 1870 & 1871; 8°. — *Archivum Rákóczianum*. II. osztály: Diplomatia. I. kötet. Pest, 1872; 8°. — A Magyar igeidök. Irta Szarvas Gábor. Pest, 1872; 8°. — Barna Ferdinand, Kalevala. A finnek nemzeti eposza. Pesten, 1871; gr. 8°.

Bonn, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1872. 4° & 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 13. Paris, 1873; 4°.

Cosmos di Guido Cora. III.—IV. Torino, 1873; 4°.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. Bd. XVI (neuer Folge VI), Nr. 7—8. Wien, 1873; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873, VIII. & IX. Heft. Gotha; 4°.

Nature. Nr. 206, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrg. 1873, XXIII. Band, Nr. 2. Wien; 4°. — Verhandlungen. Jahrgang 1873, Nr. 10—11. Wien; 4°.



„**Revue** politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. III[e] Année, 2[e] Série. Nr. 15. Paris, 1873; 4°.

Società Italiana di Antropologia e di Etnologia: Archivio. III. Vol., fasc. 2°. Firenze, 1873; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 41. Wien, 1873; 4°.

XXIV. SITZUNG VOM 23. OCTOBER 1873.

Herr Prof. Dr. J. Oellacher in Innsbruck übermittelt eine Abhandlung, betitelt: *Terata mesodidyma* von *Salmo Salvelinus* nebst Bemerkungen über einige andere an Fischen beobachtete „Doppelmissbildungen“.

Herr Director Dr. J. Stefan theilt die Resultate seiner „Versuche über die Verdampfung“ mit.

Herr Dr. J. Peyritsch überreicht eine Abhandlung: „Beiträge zur Kenntniss der Laboulbenien“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg: Mémoires. VIIe Série, Tome XVIII, Nrs. 8—10; Tome XIX, Nrs. 1—2. St. Pétersbourg, 1872; 4°. — Bulletin. Tome XVII, Nrs. 4—5; Tome XVIII, Nrs. 1—2. St. Pétersbourg, 1872; 4°.

Alpenverein, Deutscher und Österreichischer: Zeitschrift. Jahrgang, 1872, Heft 4. München; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 30. Wien, 1873; 8°.

Archiv der Mathematik und Physik. Gegründet von J. A. Grunert, fortgesetzt von R. Hoppe. LX. Theil, 2. Heft. Greifswald, 1873; 8°.

Beobachtungen, Schweizer. Meteorologische. Mai, Juni, Juli 1872. Zürich; 4°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLVIIe. Nrs. 187—188. Genève, Lausanne, Paris, 1873; 8°.

Central-Observatorium, Physikalisches, zu St. Petersburg: Annalen. Jahrgang 1871. St. Petersburg, 1872; 4°.



Comitato, R., Geologico d'Italia: Bollettino. Anno 1873, Nr. 7 & 8. Firenze; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 14. Paris, 1873; 4°.

Gasthuis, Nederlandsch, voor Ooglijders: Dertiende jaarlijksch Verslag. 1872. Utrecht; 8°.

Genootschap, Bataviaasch, van Kunsten en Wetenschappen: Verhandelingen. Deel XXXIV & XXXV. Batavia, 1870; 4°. — Tijdschrift voor Indische taal-, land- en volkenkunde. Deel XVIII (VI. Serie. Deel I.) Aflev. 2; Deel XX (VI. Serie. Deel II) Aflev. 1—2. Batavia, 1871; 8°. — Notulen. Deel VIII. 1870. Batavia, 1871; 8°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Band, Nr. 20. Wien, 1873; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang. Nr. 42. Wien, 1873; 4°.

Heidelberg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1872/3. 4° & 8°.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik von C. Ohrtmann, F. Müller & A. Wangerin. III. Band. Jahrgang 1871. Heft 2. Berlin, 1873; 8°.

Jahresberichte: siehe Programme.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 21. Graz, 1873; 4°.

Lotos. XXIII. Jahrgang. Juli—September 1873. Prag; 8°.

Marshall, William E., A Phrenologist amongst the Todas or the Study of a Primitive Tribe in South India, History, Character, Customs, Religion, Infanticide, Polyandry, Language. London, 1873; 8°.

Mittheilungen des k. k. techn. & administrat. Militär-Comité. Jahrgang 1873, 5. & 6. Heft. Wien; 8°.

— Mineralogische, gesammelt von G. Tschermak. Jahrgang 1873, Heft 2. Wien; gr. 8°.

Museum of Comparative Zoology at Harvard College, in Cambridge: Annual Report for 1871. Boston, 1872; 8°. — Illustrated Catalogue. Nrs. IV. V & VI. Cambridge, 1871 & 1872; 4°.

Nature. Nr. 207. Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Programme und Jahresberichte der Gymnasien zu Arnau, Brixen, Brünn, Capodistria, Eger, Hermannstadt, Kronstadt, Böhm.-Leipa, Leoben, Marburg, Pilsen, Pressburg, Roveredo, Schässburg, Sin, Teschen, Trient, Vinkovci, des akadem. Gymnasiums, des Gymnasiums zu den Schotten und der k. k. Theresianischen Akademie in Wien, der Landes-Oberrealschule zu Wiener-Neustadt, der k. k. Forst-Akademie zu Mariabrunn und der k. k. technischen Hochschule zu Wien. 1872/73 & 1873/74. 4° & 8°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXIII. Band. Jahrgang 1873. August—November-Heft. Wien; 8°.

„Revue politique et littéraire", et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". IIIe Année, 2e Série, Nr. 16. Paris, 1873; 4°.

Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève: Mémoires. Tome XXII; Tome XXIII, 1re Partie. Genève, Paris, Bale 1873; 4°.

— Botanique de France: Bulletin. Tome XXe 1873. Comptes rendus des séances 1; Revue bibliographique A. Paris; 8°.

— Médico-Chirurgicale des Hôpitaux et Hospices (Société de Médecine et de Chirurgie) de Bordeaux: Mémoires et Bulletins. Tome VI. 1871; 1er & 2^d^ fasc. de 1872. Bordeaux, 1871 & 1873; 8°.

— des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux: Extrait des procès-verbaux des séances. Bordeaux, 1869; 8°.

— d'Histoire naturelle de Colmar: Bulletin. 1re Année. 1860; 4e—10e Années. 1863—1869. Colmar, 1860—1870; 8°. — Bibliothèque de la Société d'Histoire naturelle de Colmar. 1869; 8°.

— Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XVIIe Année, Nr. 3 & 4. Constantinople, 1873; 4°.

Strassburg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften für das Jahr 1872/3. 4° & 8°.

Studenten-Kalender, Fromme's Österreichischer, für das Studienjahr 1873. X. Jahrgang. Von Dr. Karl Czuberka. Wien; 12°.

Verein, physikalischer, zu Frankfurt am Main: Jahres-Bericht für 1871—1872. Frankfurt a. M., 1873; 8°.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftliche Veterinärkunde. XL. Band, 1. Heft. Wien, 1873; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 42. Wien, 1873; 4°.

SITZUNGSBERICHTE

DER

ERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

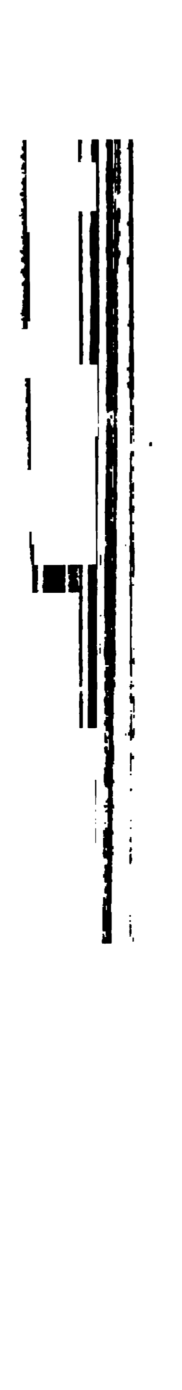
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXVIII. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

9.

.lt die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.



XXV. SITZUNG VOM 6. NOVEMBER 1873.

Herr Prof. Dr. E. Mach in Prag übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Physikalische Versuche über den Gleichgewichtssinn des Menschen."

Herr Dr. A. Boué übergibt eine Abhandlung: „Über besondere Attractions-Umstände bei Blitzschlägen."

Herr R. Niemtschik, Professor an der Wiener technischen Hochschule, überreicht eine Abhandlung: „Über die Construction der einem Kreise eingeschriebenen Ellipse, von welcher der Mittelpunkt und eine Tangente gegeben ist."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia, Reale, dei Lincei: Atti. Tomo XXVI. Anno XXVI. Sess. 1ª. (1872.) Roma, 1873; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Mai 1873. Nr. 1 & 2. Berlin; 8°.

— — Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte der philos.-philolog. und histor. Classe. 1872. Heft 4—5; 1873. Heft 1 bis 3. — Sitzungsberichte der mathem.-physikal. Classe. 1872. Heft 3. München; 8°. — Gedächtnissrede auf Friedrich Adolph Trendelenburg. Von Karl v. Prantl. München, 1873; 4°. — Rede in der öffentl. Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften am 25. Juli 1873, gehalten von J. von Döllinger. München, 1873; 4°. — Der Antheil der k. bayer. Akademie der Wissenschaften an der Entwickelung der Elektricitätslehre. Vortrag, gehalten von W. Beetz. München, 1873; 4°. — Verzeichniss der Mitglieder. 1873. 4°.

— — und Künste, Südslavische, zu Agram: Rad. Knjiga XXIV. U Zagrebu, 1873; 8°. — Stari pisci hrvatski. Knjiga V. U Zagrebu, 1873; 8°.

American Chemist. Vol. IV, Nrs. 3 & 4. Philadeln'

Annales des mines. VIIe Série. Tome III. 3me Livraison de 1873. — Tables des matières de la VIe Série décennale 1862 —1871. Paris, 1873; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 31. Wien, 1873; 8°.

Arbeiten, Die astronomisch-geodätischen, des k. k. militär-geographischen Institutes in Wien. II. Band. Wien, 1873; 4°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1961 (Bd. 82. 17.) Kiel, 1873; 4°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLVIIIe Nr. 189. Genève, Lausanne, Paris, 1873; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nrs. 15—16. Paris, 1873; 4°.

Freiburg i. Br., Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1872/73. 4° & 8°.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XVI (neuer Folge VI) Nr. 9. Wien, 1873; 8°.

— allgemeine Schweizer., für die gesammten Naturwissenschaften: Neue Denkschriften. Band XXV, oder: Dritte Dekade. Band V. Zürich 1873; 4°. — Actes. 55^{e} Session. Fribourg, 1873; 8°.

— naturforschende, in Basel: Verhandlungen. V. Theil, 4. Heft. Basel, 1873; 8°.

— naturforschende, in Emden: LVIII. Jahresbericht. 1872. Emden, 1873; 8°.

— naturforschende, in Bern: Mittheilungen aus dem Jahre 1872. Nr. 792—811. Bern, 1873; 8°.

— Deutsche, geologische: Zeitschrift. XXV. Band, 2. Heft. Berlin, 1873; 8°.

— physikal.-medicin., in Würzburg: Verhandlungen. N. F. IV. Band, 2.—4. Heft; V. Band, 1. Heft. Würzburg, 1873; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 43—44. Wien, 1873; 4°.

Instituut, Koninkl., voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch Indië: Bijdragen. III. Volgreeks. VIII. Deel, 1^{e} Stuk. 's Gravenhage, 1873; 8°.



Jahrbuch, Neues, für Pharmacie & verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XL, Heft 2—3. Speyer, 1873; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 22. Graz, 1873; 4°.

Lesehalle, Akademische, in Wien: III. Jahresbericht über das Vereinsjahr 1873. Wien; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 19. Band, 1873. Heft X. Gotha; 4°.

Nature. Nrs. 208—209, Vol. VIII. London, 1873; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VII, Nr. 3; Vol. VIII, Nr. 5. Torino, 1873; 4°.

Revista de Portugal e Brazil. Nr. 1. Outubro de 1873. Lisboa; 4°.

„**Revue** politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger." IIIe Année, 2me Série, Nrs. 17—18. Paris, 1873; 4°.

Smith, J. Lawrence, Mineralogy and Chemistry. Original Researches. Louisville, Ky., 1873; 8°.

Société Linnéenne du Nord de la France: Bulletin mensuel. Nrs. 10—16. 1873. Amiens; 8°.

— — de Bordeaux: Actes. Tome XXVIII. Troisième Série: Tome VIII, 2e Partie. Paris & Bordeaux, 1872; 8°.

— des Ingénieurs civils: Mémoires et Compte rendu des travaux. 3e Série. 26e Année, 2e Cahier. Paris, 1873; 8°.

— Ouralienne d'amateurs des sciences naturelles: Bulletin. Tome I. 1er Cahier. Jekaterinoslaw, 1873; 8°.

Society, The Royal Geological, of Ireland: Journal. Vol. XIII. Parts 2 & 3. (Vol. III, Parts 2 & 3. New Series.) London, Dublin, Edinburgh, 1872 & 1873; 8°.

Upsala, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1872/3. 4° & 8°.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftl. Veterinärkunde. XL. Band, 2. Heft. Wien, 1873; 8°.

Verein, naturforschender, in Brünn: Verhandlungen. XI. Band. 1872. Brünn, 1873; 8°.

Weyr, Emil, Die Lemniscate in razionaler Behandlung. Prag, 1873; 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang. Nr. 43—44. Wien, 1873; 4°.

Physikalische Versuche über den Gleichgewichtssinn des Menschen.

Von E. Mach.

1.

Fährt man auf der Eisenbahn durch eine starke Krümmung, so scheinen die Häuser und Bäume oft beträchtlich von der Verticalen abzuweichen und zwar scheint sich der Gipfel der Bäume auf der convexen Seite der Krümmung von der Bahn wegzuneigen. Anderseits bemerkt man sehr oft auch eine Schiefstellung des Wagens und hält nun die Bäume für vertical.

Bekanntlich wird die Schiene auf der convexen Seite der Krümmung etwas höher gelegt, um die Wirkung der Centrifugalkraft zu compensiren. Der Höhenunterschied kann aber nur einer einzigen Fahrgeschwindigkeit entsprechen. Die beiden erwähnten einander scheinbar widersprechenden Facta klären sich nun einfach auf, wenn man annimmt, dass man die Richtung der Verticalen empfindet und stets die Richtung der aus Schwere und Centrifugalkraft resultirenden Beschleunigung der Massentheile des Körpers für die Verticale hält.

Fährt man mit der dem Höhenunterschied der Schienen und der Krümmung entsprechenden Geschwindigkeit, so weiss man nichts von der Schiefstellung des Wagens. Dann scheinen die Häuser schief. In jedem anderen Falle erscheint der Wagen schief.

Bei Gelegenheit der erwähnten Beobachtungen erinnerte ich mich an die von Goltz[1] ausgesprochene Ansicht, dass die Halbcirkelcanäle des Ohrlabyrinths Gleichgewichtsorgane seien,

---

[1] Über die physiol. Bedeutung der Bogengänge des Ohrlabyrinths. Pflüger's Archiv. B. III, S. 172.

an die von Flourens[1] zuerst bei Durchschneidung der Bogengänge beobachteten Dreherscheinungen und an die gewöhnlichen Phänomene des Drehschwindels, welche sich durch mehrmaliges Umdrehen um die Verticalaxe so leicht hervorbringen lassen. Alle diese Dinge schienen mir im Zusammenhange zu stehen und ich beschloss mir durch Versuche an mir selbst einige Aufklärung hierüber zu verschaffen.

Die Form des Versuches ergab sich durch die Umstände, unter welchen ich beobachtet hatte, sehr einfach. Es war dieselbe, welche Knight[2] angewendet hat, um den Einfluss der Schwere auf das Wachsthum der Pflanzen zu untersuchen.

Die Versuche über Durchschneidung der Bogengänge sind nach Flourens von Harless[3], Czermak[4], Brown-Sequard[5], Vulpian[6], Schiff[7], Löwenberg[8], Goltz u. A. mit verschiedenen Modificationen und unter verschiedener Auffassung wiederholt worden. Wesentlich neue Gesichtspunkte hat wohl erst Goltz angegeben. Gegen dieselben sind neuerdings Bedenken von Schklarewsky[9] erhoben worden, doch konnte ich die betreffende Arbeit noch nicht zur Einsicht erhalten.

Systematische Versuche über den Drehschwindel hat meines Wissens nur Purkyně[10] angestellt. Diese sehr interes-

---

1 Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux. Second édition. Paris. 1842. S. 438.

2 Philosoph. transactions 1806.

3 Wagner's Handw. d. Physiologie. Bd. IV, S. 422.

4 Comptes rendus. 1860. T. LI. S. 821.

5 Course of lectures on the physiology and pathology of the central nervous system. Philadelphia. 1860, S. 194.

6 Leçons sur la physiologie générale et comparée du système nerveux. Paris 1866. S. 600.

7 Lehrbuch d. Physiologie. Lahr. 1858—1859. S. 399.

8 Über die nach Durchschneidung der Bogenzunge des Ohrlabyrinths auftretenden Bewegungsstörungen. Archiv für Augen- und Ohrenheilkunde von Knapp u. Moos. Bd. III.

9 Göttinger, Nachrichten 1872. Nr. 15.

10 Beiträge zur näheren Kenntniss des Schwindels. Medicin. Jahrbücher des österr. Staates. VI. Bd. II. Stück, S. 79. Wien 1820. — Physiologische Versuche über den Schwindel. 10. Bulletin der naturwissenschaftl. Section der schlesischen Gesellschaft. 1825. S. 35. Breslau. — Über die physiolog. Bedeutung des Schwindels. 2. Bulletin etc. 1826. S. 1.

santen und ausgezeichnet beobachteten Versuche sind aber fast durchaus mit den einfachsten Mitteln ausgeführt, so dass sich bei denselben nicht immer die Umstände passend anordnen liessen. Ich komme auf dieselben noch zurück.

2.

Ich will nun zunächst meinen Apparat und meine Versuche beschreiben. Man denke sich einen verticalen Holzrahmen *R*, 4 M. lang, 2 M. hoch, um eine durch seine Mitte gehende verticale Axe *A* leicht drehbar. In diesem befindet sich ein zweiter, kleinerer verticaler Rahmen *r*, ebenfalls um eine verticale Axe *a* drehbar, welche in beliebige Distanz von der ersten Axe gebracht werden kann. Letzterer Rahmen trägt einen Stuhl, welcher sich um eine horizontale Axe α neigen lässt. Der Beobachter, welcher auf diesem Stuhl Platz nimmt, kann in die Rotationsaxe *A*, um die der ganze Apparat in Umschwung versetzt wird, oder in beträchtliche Entfernung von derselben gebracht werden. Er kann in letzterem Falle vermöge der Drehbarkeit um *a* sowohl nach *A* hin sehen, als auch senkrecht auf die Ebene von *a* und *A* hinausblicken. Endlich kann dem Beobachter vermöge der Drehbarkeit um α eine mehr horizontale oder mehr verticale Lage gegeben werden. Um endlich den Gesichtsschwindel auszuschliessen, kann der ganze Beobachter in eine Art Papierkasten eingeschlossen werden.

V e r s u c h 1. Der Beobachter wird in den Papierkasten eingeschlossen und um die Axe α geneigt, so dass er allmälig aus der Verticalstellung in die Rückenlage kommt. Hiebei gibt er mit einem Stab, der aus dem Kasten hervorragt, die Richtung an, welche er für vertical hält. Diese Angabe ist anfänglich ziemlich genau. B e i s t a r k e r A n n ä h e r u n g a n d i e R ü c k e n l a g e h ä l t j e d o c h d e r B e o b a c h t e r s e i n e A b w e i c h u n g v o n d e r V e r t i c a l e n f ü r k l e i n e r a l s s i e w i r k l i c h i s t.

V e r s u c h 2. Der Beobachter wird bei aufrechter Stellung in die Rotationsaxe *A* gebracht, in den Papierkasten eingeschlossen und in Rotation um die Verticalaxe gesetzt. Jede Drehbewegung wird sofort dem Sinne nach und auch der beiläufigen Grösse nach erkannt. Erhält man aber einige Secunden lang die Rotation gleichförmig, so hört allmälig das Gefühl der Drehung




ganz auf. Es tritt das Gefühl einer entgegengesetzten Drehung auf, wenn man den Apparat sich selbst überlässt, so dass er einen verzögerten Gang annimmt. Dies Gefühl der Gegendrehung wird äusserst heftig, wenn man den Apparat plötzlich anhält und dauert je nach der Stärke der Rotation allmälig abnehmend einige Secunden. Treibt man das Experiment zu weit, so stellt sich auch Eingenommenheit des Kopfes und Ekel ein. Hieraus geht hervor: Man empfindet nicht die Winkelgeschwindigkeit, sondern die Winkelbeschleunigung. Da man bei dem Versuche absolut unthätig ist, so kann man schwerlich an Bewegungsintentionen als Ursache der Erscheinung denken. Der Ekel dürfte ähnliche Ursachen haben, wie das Erbrechen der an den Halbcirkelcanälen operirten Tauben. Freilich kann auch das Drehungsmoment, welches die Eingeweide erhalten, hiebei eine Rolle spielen.

Bei diesem Versuche bemerkt man noch eine optische Erscheinung. Im Innern des Papierkastens befindet sich ein verticaler Strich und darauf ein Stern, welchen man fixiren kann. Sobald der Apparat angehalten wird, hat man nun den Eindruck, als ob man sammt dem Kasten eine Gegendrehung ausführen würde. Öffnet man rasch den Kasten, so dreht sich der ganze sichtbare Raum mit seinem ganzen Inhalt. Es sieht so aus, als ob der ganze sichtbare Raum sich in einem zweiten Raum drehen würde, den man für unverrückt fest hält, obgleich letzteren nicht das mindeste Sichtbare kennzeichnet. Man möchte glauben, dass hinter dem Sehraum ein zweiter Raum steht, auf welchen ersterer immer bezogen wird[1]. Diese Thatsache von fundamentaler Wichtigkeit muss man selbst erfahren. Sie lässt sich nicht gut beschreiben. Wer sie von Hörensagen oder aus halbverwischter Jugenderinnerung kennt, kann sie allenfalls auf Augenbewegungen beziehen[2]. Die Erscheinung ist auch nie so charakterisirt worden, wie ich es hier gethan habe, auch von Purkyně nicht, welcher am besten beobachtet hat.

---

[1] Dies Verhältniss ist mir schon bei einer anderen Gelegenheit aufgefallen. Vergl. Mach, über monoculare Stereoskopie. Wien. Sitzb. 58. Bd. 1868.

[2] Vergl. Helmholtz, physiolog. Optik. S. 602—605. 619.

Versuch 3. Halten wir bei dem Versuche 2 den Apparat plötzlich an und setzen wir ihn nach $1^1/_2$—2 Secunden wieder plötzlich in demselben Sinne in Bewegung. Das Gefühl der Gegendrehung, welches in der Pause auftritt, verschwindet, so wie die Bewegung wieder eingeleitet ist. Die durch eine Winkelbeschleunigung erzeugte Drehempfindung hat also eine beträchtliche Nachdauer und kann durch eine entgegengesetzte Winkelbeschleunigung aufgehoben werden.

Versuch 4. Neigt man bei Versuch 2 den Kopf nach vorn und richtet ihn nach dem Anhalten des Apparates wieder auf, so meint man, wenn die Drehung von rechts nach vorn und links stattgefunden hat, sich von rechts nach oben und links zu drehen, so dass man ein Umstürzen nach der Seite fürchtet. Man sieht aus diesem Versuche, welchen mit vielen analogen, in weniger reiner und bequemer Form schon Purkyně angestellt hat, dass die Stellung des Kopfes massgebend ist. Man kann so zu sagen mit der nachdauernden Drehempfindung den Kopf in eine beliebige Lage bringen.

Versuch 5. Da im Versuch 2 auf der Netzhaut ruhende Bilder bewegt erscheinen, so liegt der Gedanke nahe, dass man diese Bewegung durch eine entgegensetzte auf der Netzhaut vernichten kann. Dies zeigt sich wirklich. Statt des Papierkastens in Versuch 2 denken wir uns ober dem Kopfe des Beobachters eine horizontale kreisförmige Holzscheibe von $1^1/_2$ Mtr. Durchmesser auf einer nahe am Kopfe des Beobachters vorbeigehenden verticalen Axe drehbar. Um den Rand dieser Scheibe legen wir einen $1^1/_2$ Mtr. breiten Papierstreif, welcher auf der Innenseite mit äquidistanten verticalen Linien überzogen wird. Der Beobachter sitzt also im Innern eines hohlen drehbaren, linirten Cylinders. Setzen wir nun den Apparat mit geringer Beschleunigung in Drehung, so bleibt die Trommel wegen der Reibung in relativer Ruhe gegen den Apparat. Halten wir dann den Apparat plötzlich an, so behält die Trommel (nach dem Princip der Erhaltung der Flächen) ihre Endwinkelgeschwindigkeit bei, welche sie nur allmälig verliert. Der Beobachter hält dann die bewegte Trommel für ruhend und sich selbst fühlt er in desto schnellerer Gegendrehung. Drehte sich der Apparat

anfänglich, von oben gesehen, wie der Uhrzeiger, so meint der Beobachter nach dem Anhalten sich und alle festen Gegenstände verkehrt wie den Uhrzeiger, gedreht zu sehen, mit Ausnahme der Trommel, welche sich wirklich wie der Uhrzeiger dreht und die zu ruhen scheint. Die scheinbare Bewegung lässt sich also durch eine wirkliche compensiren. Verliert die Trommel ihre Geschwindigkeit zu rasch, so nimmt sie dann an der Scheinbewegung des Beobachters Theil. Es liesse sich so die Intensität und Nachdauer der Scheinbewegung messen.

Versuch 6. Wir bringen nun den Beobachter 1 Mtr. weit von der Rotationsaxe *A* in nahe verticale Stellung, lassen ihn gegen die Axe *A* hinsehen und setzen ihn in Rotation. Sobald die Winkelgeschwindigkeit des in den Papierkasten eingeschlossenen Beobachters constant geworden ist, hört jedes Drehgefühl auf. Der Beobachter meint blos mehr auf dem Rücken zu liegen, als dies wirklich der Fall ist. Man empfindet die Richtung der resultirenden Massenbeschleunigung und hält diese für die Verticale.

Versuch 7. Wir lassen Alles wie im Versuch 6, nur stellen wir den Beobachter durch Drehung des Rahmens *r* um die Axe *a* so, dass er senkrecht gegen die Ebene der Axen *A* und *a* hinausblickt. Übrigens bleibt er in dem Papierkasten eingeschlossen, auf dessen Innenseite sich ein verticaler Strich befindet. Sobald die Rotationsgeschwindigkeit constant geworden ist, meint der Beobachter sammt dem Kasten constant seitwärts geneigt zu sein, und zwar glaubt er sich mit dem Kopfe von der Rotationsaxe weg zu neigen. Beim Anhalten des Apparates glaubt er sich sammt der Umgebung wieder aufzurichten, wie dies auch im vorigen Versuche geschieht. Wir folgern aus diesem Versuche wie aus 6, dass man die Richtung der Massenbeschleunigung als Verticale empfindet. Diese Seitwärtsneigung hat schon Purkyně auf der Scheibe eines Ringelspieles beobachtet.

Versuch 8. Hängt man bei Versuch 7 in den Papierkasten ein Pendel mit einem Gradbogen, so sieht man, dass bei den erreichbaren Rotationsgeschwindigkeiten dasselbe 10—20° ausschlägt, was eine Centrifugalbeschleunigung angibt, die rund

$^1/_5$—$^1/_3$ der Schwerebeschleunigung beträgt. Dieses Pendel hält man nun bei der Rotation für vertical, den Kasten und sich selbst aber für schief. Doch schien es mir zuweilen, als ob die Verticale zwischen der Richtung des Pendels und derjenigen der Axe meines Körpers enthalten wäre.

Versuch 9. Wenn wir im Versuch 6 den in Rotation begriffenen Apparat plötzlich anhalten, glaubt sich der Beobachter sammt dem Kasten für einen Moment seitwärts zu neigen und zwar mit dem Kopfe im Sinne der Rotation. Jede momentane Progressivbeschleunigung, deren Richtung nicht mit der wahren Verticalen zusammenfällt, ändert momentan die scheinbare Verticale.

Versuch 10. Bisher war der Rahmen r in R durch eine Schraube festgestellt. Nun machen wir ihn durch Lockern der Schraube leicht drehbar. Setzen wir den Apparat durch einen raschen Stoss in Rotation, so behält nun der im Kasten eingeschlossene Beobachter (nach dem Princip der Erhaltung der Flächen) eine Zeit lang seine Stellung bei, d. h. er wird im Kreise geschwungen, ohne sich jedoch zu drehen. Die Richtung der Centrifugalkraft geht nun um ihn herum. Dem entsprechend glaubt sich der Beobachter in einem Kegel um die Verticale zu bewegen.

Versuch 11. Wir setzen über den Kopf des Beobachters die Trommel aus Versuch 5. Wird diese allein einige Minuten lang in Rotation gehalten und dann plötzlich zu Ruhe gebracht, so tritt zwar eine schwache Gegendrehung der Gegenstände ein, allein diese optische Erscheinung ist kaum ein Schatten von der früher beschriebenen sowohl an Intensität als an Dauer. Auch sieht es mehr aus, als zöge ein Flimmern dem anfänglichen Rotationssinne entgegen über die Gegenstände hin, wie eine Bewegung der Gegenstände selbst. Dass die jetzt gebräuchliche, durch Helmholtz angeregte Auffassung des Gesichtsschwindels auf falschen Grundlagen ruht, hat mein Assistent Dr. Dvořák [1] ausführlich dargethan.

Versuch 12. Denken wir uns eine grosse gleicharmige Wage. Jeder Wagbalken hat 2 M. Länge. Auf einer Wagschale

---

[1] Üb. d. Nachbilder von Reizveränderungen. Wien. Sitzb. 61. Bd. 1870

befindet sich der Beobachter und ist durch Gegengewichte auf der anderen äquilibrirt. Wird die Wage in Schwingungen versetzt, so führt der Beobachter fast eine reine pendelförmige Verticalschwingung aus. Darin ist also der Versuch einfacher und reiner als jener, den man mit einer gewöhnlichen Schaukel ausführen kann. Nennen wir die Verticalexcursion von der Gleichgewichtslage an x, ihr Maximum a, die Schwingungsdauer der Wage T und die Zeit t, so ist

$$x = a \operatorname{Sin} \frac{2\pi t}{T}$$

und die Beschleunigung:

$$\frac{dx^2}{dt^2} = -a\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \operatorname{Sin} \frac{2\pi t}{T}$$

Man kann also aus dem Excursionsmaximum und der Schwingungsdauer die Schwankungen der Verticalbeschleunigung berechnen. War $a = 15$ Ctm. und $T = 7$ Secunden, so war das Maximum der Verticalbeschleunigung 12 Ctm., also rund 0·012 der Schwerebeschleunigung. Dann waren aber die Schwankungen für den Beobachter mit bedeckten Augen an der Grenze der Merklichkeit. Wurden die Excursionen etwas grösser, so gab der Beobachter jedesmal an, er sinke, kurz vor dem Anlangen an dem höchsten Punkt der Schwingung oder auf diesem selbst. Ebenso wurde das Steigen immer kurz vor oder an dem tiefsten Punkt bemerkt, natürlich immer bei geschlossenen Augen. Wie die Formel zeigt, ist in der That die Beschleunigung abwärts ein Maximum im höchsten Punkt der Schwingungsbahn und die Beschleunigung aufwärts ein Maximum im tiefsten Punkt der Schwingungsbahn.

Man ist also auch für Schwankungen in der Grösse der Schwerebeschleunigung sehr empfindlich und man empfindet bei Verticalbewegungen nicht die Lage oder die Geschwindigkeit, sondern die Beschleunigung. Man hat die Empfindung der Beschleunigung auch im Kopfe, doch schien es mir bei diesen Versuchen mehr wie bei den vorigen, dass man die Empfindung im ganzen Körper habe und zwar in den tiefstgelegenen Theilen am meisten.

3.

Bevor wir an die Erklärung der Erscheinungen gehen, erinnern wir uns an einige Principien der Mechanik. Das Newton'sche Gesetz der Gleichheit von Druck und Gegendruck ist nicht nur an sich fruchtbar, sondern auch dadurch, dass es die Aufstellung des Principes der Erhaltung des Schwerpunktes und des Principes der Erhaltung der Flächen ermöglicht hat.

Nach dem Gesetze der Gleichheit von Druck und Gegendruck begreifen wir, dass ein Gewicht auf einen frei fallenden Tisch nicht drücken kann, weil letzterer ersterem keine Beschleunigung nimmt, und dass überhaupt der Druck des Gewichtes auf die bewegte Unterlage von dem Unterschied der Beschleunigung der Unterlage und der Schwerebeschleunigung abhängt. Hiernach begreifen wir, wie im Versuch 12 der Körper auf der schwingenden Wage sich und seinen Inhalt abwechselnd leichter und schwerer empfinden muss. Nehmen wir die Schwankungen grösser an als in Versuch 12, etwa $2a = 9$ M. und $T = 10$ Secunden, wie sie etwa bei einem grossen Schiff auf hoher See vorkommen [1], so werden die Schwankungen 0·18 der Schwerebeschleunigung und wir werden es für möglich halten, dass nun ernstliche Störungen und Reizungen vorkommen können. Diesen Punkt habe ich jedoch schon anderwärts besprochen [2].

Das Princip der Erhaltung des Schwerpunktes folgt aus der Gleichheit von Druck und Gegendruck und sagt, dass die Bewegung des Schwerpunktes eines Systems freier Massen unabhängig ist von der Wechselwirkung dieser Massen. Das Princip der Erhaltung der Flächen ist auch eine Folgerung aus demselben Grundsatz, die sich jedoch etwas schwerer in Worten ausdrücken lässt. Formeln will ich hier vermeiden. Ein Beispiel macht aber alles klar. Ein freier fester Körper kann von selbst weder seine

[1] Bei diesen Daten habe ich auf eine freundliche Mittheilung des Herrn Prof. Hensen, sowie auf Angaben in dem Novara-Reisewerk Rücksicht genommen.

[2] Mach, Über Flüssigkeiten, welche suspendirte Körperchen enthalten. Pogg. Ann. 1865. — Vergl. auch Bondy, Über den Auftrieb in Flüssigkeiten, welche specifisch schwerere oder leichtere Körper suspendirt enthalten. Sitzb. d. Wien. Akad. 51. Bd.

Geschwindigkeit, noch seine Winkelgeschwindigkeit, von selbst weder die progressive noch die drehende Bewegung ändern. Beide Sätze auf freie Massensysteme übertragen, geben das Schwerpunkts- und Flächenprincip [1].

Ist nun ein Massensystem *A* nicht frei, sondern durch irgend welche Kräfte an ein Massensystem *B* gebunden, so wird das Schwerpunkts- und Flächenprincip für *A* nicht mehr gelten, aber die Abweichungen des *A* von beiden Principien sind dann durch die Kräfte, die *B* auf *A* ausübt, hervorgebracht und dieselben Kräfte muss nun auch *A* auf *B* ausüben. Bei jeder Bewegung werden sich also die Abweichungen, zu welchen *A* gezwungen wird, als Züge und Pressungen auf *B* äussern.

4.

Denken wir uns nun eine mit Nervenenden ausgekleidete Höhle in einem Körper *B*, welche irgend einen flüssigen oder festen Inhalt *A* hat. Derselbe wird 1tens vermöge der Schwere auf eine Stelle der Wand stärker drücken, als auf die übrigen und dadurch die Lage von *B* gegen die Verticale bezeichnen. Bei jeder Beschleunigung, die *B* annimmt, wird 2tens *A* eine Gegenbeschleunigung (einen Gegendruck) ausüben, die sich mit der Schwerebeschleunigung zusammensetzt, wodurch sowohl die Druckintensität als auch die Druckstelle an der Höhlenwand sich ändert. Endlich wird 3tens bei jeder Winkelbeschleunigung, die *B* annimmt, *A* eine Gegendrehung auszuführen suchen. Durch 1 und 2 kann *B* zur Kenntniss seiner Lage und progressiven Bewegung durch 3 zur Kenntniss seiner drehenden Bewegung gelangen [2]. Der Vorhof mit den Bogengängen dürfte ein solches Organ sein, dessen Schema wir hier entwickelt haben. Es ist auch wahrscheinlich, dass für 1 und 2 specifisch andere Nerven

---

[1] Beide Principien habe ich versucht, durch Vorlesungsversuche anschaulich zu machen. Carl's Repertorium. 4. Bd.

[2] Die specifischen Energien festgehalten, wäre es sogar möglich, dass die Empfindung der Lage und die Empfindung der Bewegung durch verschiedene Nerven vermittelt wird. Die Empfindung der Lage bleibt, so lange die Lage bleibt. Die Empfindung der Bewegung verschwindet immer, wenn die Bewegung gleichförmig wird. — Nimmt man an, dass nur der Druck empfunden wird, so reicht freilich eine Art von Nerven aus.

vorhanden sind als für 3. Betrachten wir die Bogengänge, so scheinen uns diese besonders geeignet, das Flächenprincip zur Geltung zu bringen. Für jede Winkelbeschleunigung um die zur Bogenebene senkrechte Axe muss der Inhalt ein Drehungsmoment von entgegengesetztem Sinn ausüben, welches die Nerven der Ampullen als Zeichen dieser Winkelbeschleunigung weiter leiten.

Nehmen wir nach den von Müller, Handbuch der Physiologie Bd. 2, S. 251—158, aufgestellten Grundsätzen III—VI an, dass die Ampullennerven die eigenthümliche specifische Energie hätten, auf jeden Reiz mit einer Drehempfindung zu antworten, so werden uns sofort viele Erscheinungen klar und mancherlei zerstreute Beobachtungen sammeln sich unter ein Princip. Die Flourens'schen Drehphänomene verstehen sich unter dieser Annahme von selbst um so mehr, wenn wir mit Löwenberg es für wahrscheinlich halten, dass die Durchschneidung der Bogengänge nicht als Lähmung, sondern als Reizung wirkt. Die Goltz'sche Ansicht bleibt im Wesentlichen bestehen, wenngleich sie dem Obigen gemäss Modificationen erfährt. Die gewöhnlichen Erscheinungen des Drehschwindels erklären sich nach demselben Princip. Der Drehschwindelversuch ist dann nichts weiter wie der Flourens'sche Versuch. Statt die Durchschneidung der Bogengänge anzuwenden, reizen wir die Ampullennerven, indem wir dem Inhalt der Bogengänge durch Winkelbeschleunigung ein Drehungsmoment ertheilen, vermöge dessen er an den Ampullennerven zerrt [1].

---

[1] Da ich gesehen habe, dass die Flüssigkeit in einem aufgebrochenen und wieder mit Glas verschlossenen Bogengang bei Drehung des Felsenbeins sehr leicht herumfliesst, so dachte ich zunächst, dass der Labyrinthinhalt wirklich das Flächenprincip erfüllt und sich wirklich bewegt. An einem Felsenbein kann man aber nie ganz sicher sein, ob das Labyrinth nicht irgendwo verletzt ist. Machte ich nun den Versuch mit einem geschlossenen Röhrchen von der Grösse und Form eines Bogenganges, so erhielt ich auf der Centrifugalmaschine wegen der Grösse der Reibung niemals eine Drehung. Ich habe daher die ursprüngliche Ansicht aufgegeben. Ein Wassertropfen von 1 Ctm. Durchmesser auf der Scheibe der Centrifugalmaschine zeigt das Flächenprincip sofort.



Um den Thatsachen gerecht zu werden, müssen wir ferner annehmen, dass ein momentan wirkendes Drehungsmoment eine gegensinnige Drehempfindung von beträchtlicher Nachdauer erzeugt, welche jedoch durch ein entgegengesetztes Drehungsmoment sofort wieder gelöscht werden kann. Nur so verstehen wir die Erscheinungen [1].

Wenn wir uns längere Zeit gleichförmig drehen, erlöscht die Wirkung des beim Beginn erregten Drehungsmomentes. Wir drehen uns ohne weitere Drehempfindung. Hören wir nun auf, so entsteht ein entgegengesetztes Drehungsmoment, welches mit seiner nachdauernden Empfindung zur vollen Wirksamkeit gelangt. So entsteht der Drehschwindel.

Machen wir eine einfache Wendung des Kopfes, so erzeugen wir beim Beginn ein Drehungsmoment und beim Schluss ein entgegengesetztes. Letzteres löscht sofort die nachdauernde Empfindung des ersteren.

Eine Schwierigkeit, die ich nicht unterschätze, will ich sofort unverhohlen darlegen. Vielleicht scheint sie mir grösser wie Anderen. Die Drehempfindung lässt sich psychologisch in

---

[1] Dies stützt sich hauptsächlich auf den Versuch 3. Es ist merkwürdig, dass die Winkel*beschleunigung* die Empfindung einer Winkel*geschwindigkeit* erregt. Teleologisch ist dies leicht zu begreifen. Wollen wir das Factum verstehen, dass bei einer Kopfwendung von kurzer Dauer keine Nachempfinduug entsteht, so müssen wir der einmal erregten Empfindung eine beträchtliche Nachwirkung zuschreiben und aufeinanderfolgende Empfindungen als algebraisch summirbar betrachten. Ist v die variable Winkelgeschwindigkeit einer Kopfwendung, t die Zeit, so setzen wir die durch ein Element der Bewegung erregte Winkelgeschwindigkeitsempfindung

$$dp = a \cdot \frac{dv}{dt} dt.$$

Nehmen wir die Dauer der Kopfwendung verschwindend gegen die Dauer der Nachwirkung, so haben wir am Ende der Bewegung die Empfindung

$$p = a \int_{t_0}^{t_1} \frac{dv}{dt} dt,$$

welche selbst $= o$ ist, wenn für t_1 und t_0 $\frac{dv}{dt} = 0$, wenn die Bewegung mit der Beschleunigung $= o$ anfängt und endi[illegible]ter dem Integralzeichen immer ein vollständiges

eine Folge von Lagenempfindungen auflösen. Wie kann ein einfacher momentaner Reiz eine Folge von Empfindungen verursachen? Man sieht daraus, dass unser Erklärungsprincip jedenfalls provisorisch ist.

Sollen Drehungsversuche von entgegengesetztem Sinne auch Drehempfindungen von entgegengesetztem Sinne hervorrufen, so muss dafür gesorgt sein, dass bei dem einen Sinn nur der eine, bei dem andern der andere der beiden etwa anzunehmenden Ampullennerven desselben Bogenganges gereizt wird. Beide Nerven desselben Bogenganges müssen dann auch mit Drehungsempfindung von entgegengesetztem Sinn reagiren. Besteht hiefür eine anatomische Einrichtung?

Auch manche optische Erscheinungen gehen durch das Besprochene ihrer Aufklärung entgegen. Ruhende Netzhautbilder können bewegt und bewegte ruhig erscheinen. Gibt es einen zweiten Raum, welcher hinter dem optischen steht, mit welchem ersterer stets in reflectorischem Zusammenhange ist, so sieht man wenigstens das Princip der Erklärung dieser wunderbaren Erscheinungen. Dies habe ich schon an einem anderen Orte berührt und hoffe hierauf nächstens näher eingehen zu können.

Bei der Lectüre der Studien von Hasse[1] drängt sich die Ansicht auf, dass das Gehörorgan sich aus einem Tastorgan entwickelt hat, welches sich periodischen Reizungen adaptirt hat. Die Beziehung des Gehörorgans zur Bewegung kann dann nicht überraschen. In der That treten die Bogengänge auch früher auf wie die Schnecke. Diese Beziehungen sind dann wohl ein Erbstück aus jener Zeit, in welcher Ortsbewegung, Greifen und Schlingen noch Eins war. Die leichte und unmittelbare Bewegungsauslösung durch Geräusch (bei Schreck) gehört auch hieher.

5.

Es schien mir natürlich wünschenswerth, das hier Vorgetragene durch vollständig heterogene und neue Versuche zu

[1] Vergleichende Morphologie des häutigen Gehörorgans. Leipzig, 1873.

prüfen. Obgleich die Sache keine besondere Aussicht auf Erfolg hatte, habe ich dennoch versucht, mit Hilfe des Arago'schen Rotationsmagnetismus dem Inhalt der Bogengänge ein Drehungsmoment zu ertheilen. Unmöglich kann dies nicht scheinen, wenn man bedenkt, dass selbst eine Glasplatte dämpfend auf die Schwingungen der Magnetnadel wirkt. Es kommt nur darauf an, dass man genügende Kräfte verwendet. Mein Versuch fiel negativ aus.

Schon Ritter[1] und später Purkyně haben den electrischen Strom von Ohr zu Ohr durchgeleitet. Letzterer meinte dabei sich vom Zinkpol gegen den Kupferpol zu bewegen. Ich habe den Versuch mit einer Smee'schen Batterie von sechs Elementen (hintereinander) wiederholt und vollständig bestätigt gefunden. Ich glaubte mich vom Zink zum Platin zu bewegen, was sich vielleicht mit Hilfe des wiederholt beobachteten Transportes der Flüssigkeiten durch den Strom aufklären lässt.

Auf diesen Versuch gründete ich neue Hoffnungen. Denken wir uns in der Ebene des Papiers den Nord- und Südpol eines Hufeisenelectromagnetes, der sich unter dem Papier befindet, und leiten wir in einer horizontalen Barlow'schen Scheibe, welche sich zwischen beiden Polen befindet, den Strom vom Nord zum Südpol, so beginnt sie eine Rotation, von oben gesehen, im Sinne des Uhrzeigers. Setzt man nun den von Ohr zu Ohr durchströmten Kopf zwischen die Pole, so spürt man nun zwar beim Öffnen und Schliessen der Kette einen drehenden Ruck oder ein drehendes Rütteln, allein es ist mir nicht gelungen, eine reine Erscheinung zu erhalten, wahrscheinlich aus Mangel an anatomischer Localkenntniss.

Ich zweifle aber gar nicht, dass es dem Physiologen von Fach gelingen wird, ein solches Experiment zu Stande zu bringen. Löwenberg findet die Anwendung electrischer Reize schwierig, weil man das Thier fixiren muss und eben deshalb den Ausfall des Experimentes nicht beobachten kann. Diese Schwierigkeit scheint mir überschätzt. Man kann das Thier an einer drehbaren Axe befestigen, so dass es seine Beine gebrauchen

---

[1] Hufeland's Journal für praktische Heilkunde. Bd, XVII, 3. Hft., pag. 34, 72.

kann, während es sonst ganz unbeweglich ist. Sollte man auf diese Art nicht eine einzelne Ampulle electrisch reizen oder den Inhalt eines Bogenganges mechanisch bewegen können? Der Strom kann durch die Axe unbehindert eintreten und dieselbe kann sogar den Magnet tragen, wenn man das Analogon des Barlow'schen Versuches haben will.

6.

Ich schliesse diese Mittheilung in der Hoffnung, dass man manche, vielleicht nicht ganz sachgemäss erscheinende Betrachtungen mit dem kleinen Fortschritt entschuldigen wird, welcher durch die neuen Versuche und den neuen Gesichtspunkt angebahnt sein dürfte.

Nachtrag.

Zur Vervollständigung meiner Abhandlung muss ich Folgendes hinzufügen:

Mein College Prof. S. Mayer hat mich auf eine Schrift von Marcus Herz, „Versuch über den Schwindel" (Berlin 1791) aufmerksam gemacht. Ich verschaffte mir das Buch, in der Meinung, dass es den Purkyně'schen Versuchen ähnliche werthvolle Daten enthalten könnte. Dasselbe behandelt aber blos den pathologischen Schwindel, enthält nicht einen einzigen Versuch und ist überhaupt ganz naturphilosophisch gehalten. Die Erklärungen des Verfassers sind rein psychologisch und die Theorie der unbewussten Schlüsse, welche bei ihm (namentlich S. 255—261) schon in der Blüthe steht, kann geradezu als abschreckendes Beispiel dienen.

Kurz nach der Absendung meiner Abhandlung kam mir der eben erschienene erste Theil von Wundt's „physiologischer Psychologie" zu Gesichte. Daselbst führt nun Wundt den Drehschwindel auf eine Functionsstörung des Kleinhirns zurück (S. 208). Bei dem complicirten Bau des Kleinhirns muss es nun als sehr unwahrscheinlich angesehen werden, dass die Winkel-

beschleunigung um irgend eine durch das Kleinhirn gehende Axe immer die Empfindung einer Drehung um dieselbe Axe auslöst. Wie eigenthümlich müsste das Kleinhirn gebaut sein, wenn es auf mechanischen Druck so reagiren sollte. Wie einfach erklärt sich hingegen dasselbe Phänomen durch den Bau der Halbcirkelcanäle.

Den Ritter-Purkyně'schen Versuch mit der Durchleitung des Stroms durch den Kopf hat Wundt ebenfalls wiederholt und hat dasselbe Resultat erhalten, wie die älteren Beobachter und wie ich. Seine Erklärung ist jedenfalls der Discussion werth, doch lässt sich bei der Complicirtheit eines solchen Eingriffes über dieselbe streiten (a. a. O. S. 211). Auf die Möglichkeit einer anderen Erklärung habe ich selbst schon hingewiesen.

Die Flourens'schen Erscheinungen bespricht Wundt (S. 220) ebenfalls, sucht aber die Ursache derselben ebenfalls im Kleinhirn.

Die Beobachtungen auf einer schwingenden Wage habe ich der Bequemlichkeit und Raumersparniss wegen angestellt. Wollte man analoge Versuche auf einer grossen Atwood'schen Fallmaschine anstellen, so wäre hiezu ein bedeutender Raum nöthig. Die Förderungsmaschinen in Bergwerksschachten sind nun ähnliche Vorrichtungen. Herr Prof. G. Schmidt vom hiesigen Polytechnicum theilte mir mit, dass nach seiner Schätzung die Schale, auf welcher er kürzlich in den Schacht eingefahren war, in 10 Secunden eine Geschwindigkeit von 3 Fuss erlangt habe, was also einer Beschleunigung von 0·01 der Schwerebeschleunigung entspricht. Schmidt hat diese Beschleunigung noch deutlich empfunden. Ein anderer bei dieser Mittheilung anwesender Naturforscher, der aber nicht Mechaniker war, erzählte, er habe sich an die Fallbewegung alsbald „gewöhnt". Dies will aber nur sagen, dass man die Bewegung nicht mehr empfindet, sobald dieselbe gleichförmig geworden ist und die Beschleunigung aufgehört hat.

Nochmals sehe ich mich genöthigt, einen Nachtrag hinzuzufügen. Aus Nr. 7 des Anzeigers der k. k. Gesellschaft der Ärzte (Sitz. vom 14. November 1873) ersehe ich, dass Herr Dr.

J. Breuer aus Anlass meiner Mittheilung eine vorläufige Note über eine von ihm ausgeführte Arbeit publicirt, in welcher er zu denselben Resultaten gelangt, wie ich in der meinigen. Sehr erfreulich ist es, dass meine und Breuer's Versuche sich gegenseitig ergänzen, indem gerade einige vivisectorische Versuche, die ich nicht ausführen konnte, die ich aber in meiner Arbeit als Probe meiner Ansichten vorgeschlagen habe, von Breuer wirklich ausgeführt worden sind und den erwarteten Ausfall gezeigt haben. Bei der vollständigen Unabhängigkeit beider Arbeiten und der Verschiedenheit der Ausgangspunkte dürfte ein solches Zusammentreffen nicht ohne Werth sein.

XXVI. SITZUNG VOM 13. NOVEMBER 1873.

Herr Prof. Dr. L. Pfaundler in Innsbruck übersendet eine Abhandlung: „Über einen Apparat zur Demonstration der Zusammensetzung beliebiger rechtwinklig auf einander stattfindender Schwingungen.“

Herr Director Dr. Jos. Stefan überreicht den theoretischen Theil seiner Abhandlung: „Versuche über die Verdampfung“.

Herr Regierungsrath Dr. K. v. Littrow berichtet über die neuerliche Entdeckung eines teleskopischen Kometen, welche Herrn Coggia in Marseille am 10. November d. J. gelungen ist.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie, königl., gemeinnütziger Wissenschaften zu Erfurt: Jahrbücher. Neue Folge. Heft VII. Erfurt, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1962. (Bd. 82. 18.) Kiel 1873; 4°.

Bericht des k. k. Krankenhauses Wieden zu Wien vom Jahre 1871. Wien, 1873; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 17. Paris, 1873; 4°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VIII. Bd., Nr. 21. Wien, 1873; 4°.

— böhmische, chemische: Berichte. IV. Heft. Prag, 1873; 8°.

— der Wissenschaften, Oberlausitzische: Neues Lausitzisches Magazin. L. Band, 1. Heft. Görlitz, 1873; 8°.

— naturhistorische, zu Hannover: XXII. Jahresbericht. Hannover, 1872; 8°.

— physikalisch - ökonomische, zu Königsberg: Schriften. XIII. Jahrgang. 1872. II. Abtheilung. Königsberg; 4°. — Geologische Karte der Provinz Preussen. Sect. 12. Danzig. Folio.

Gesellschaft, Deutsche, für Natur- und Völkerkunde Ostasiens: Mittheilungen. I. Heft. Mai 1873. Yokohama; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 45. Wien, 1873; 4°.

Institute, The Anthropological, of Great Britain and Ireland: Journal. Vol. II, Nr. 3. London, 1873; 8°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie etc., von Alex. Naumann. Für 1871. I. Heft. Giessen, 1873; 8°.

Kasan, Universität: Bulletin et Mémoires. 1873. Nr. 1. Kasan, 1872; 8°.

Keller, Filippo, Ricerche sull' attrazione delle montagne con applicazioni numeriche. Parte II^da^. Roma, 1873; 8°.

Konninck, L. G. de, Monographie des fossiles carbonifères de Bleiberg en Carinthie. Bruxelles & Bonn, 1873; 4°.

Mojsisovics v. Mojsvár, Edmund, Das Gebiet um Hallstatt. I. Theil: Die Mollusken-Faunen der Zlambach- und Hallstätter Schichten. (Abhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. Band VI.) Wien, 1873; 8°.

Moniteur scientifique du D^teur^ Quesneville. 383e Livraison. Paris, 1873; 4°.

Montigny, Ch., Mesures d'altitude barométriques prises à la tour de la cathédrale d'Anvers, sous l'influence de vents de vitesse et de directions différentes. Bruxelles, 1873; 8°.

Nature. Nr. 210, Vol. IX. London, 1873; 4°.

Observatory of Trinity College, Dublin: Astronomical Observations and Researches. II^d^ Part. Dublin, 1873; 4°.

Onderzoekingen gedaan in het physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. III. Reeks. II. Aflev. 2. Utrecht, 1873; 8°.

Raspail, F. V., Almanach et Calendrier météorologique pour l'année 1874. Paris & Bruxelles; 12°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger". IIIe Année, 2me Série, Nr. 19. Paris, 1873; 4°.

Rostock, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1871—1873. 8°, 4° & Folio.

Société Royale des Sciences de Liège: Mémoires. IIe Série. Tome III. Liège, Bruxelles & Paris, 1873; 8°.



Société Botanique de France: Bulletin. Tome XX*. 1873. Revue bibliographique B. Paris; 8⁰.

Virlet d'Aoust, Les origines du Nil. Paris, 1872; 8⁰.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 45. Wien, 1873; 4⁰.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang, 13. Heft. Wien, 1873; 4⁰.

XXVII. SITZUNG VOM 20. NOVEMBER 1873.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Über das Verhalten der rothen Blutkörperchen zu einigen Tinctionsmitteln und zur Gerbsäure", vom Herrn Michael Laptschinsky aus St. Petersburg, eingesendet und empfohlen durch Herrn Prof. Dr. A. Rollett in Graz.

„Über die beim Zusammentreffen von Aceton, Brom und Silberoxyd entstehenden flüchtigen Fettsäuren", von dem c. M. Herrn Prof. Dr. Ed. Linnemann in Brünn.

„Nachtrag zur Abhandlung über den Gleichgewichtssinn", von dem c. M. Herrn Prof. Dr. E. Mach in Prag.

„Über die Mitbewegung des Lichtes in bewegten Mitteln", vom Herrn Capitular Karl Puschl in Seitenstetten.

„Über einige Erscheinungen des Ozons, Wasserstoffhyperoxyds und salpetersauren Ammoniaks", vom Herrn Heinrich Struve, Collegienrath in Tiflis.

Herr Prof. Dr. Ed. Suess legt eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung: „Über die Erdbeben des südlichen Italien" vor.

Herr Prof. Dr. Edm. Weiss erstattet einen vorläufigen Bericht über seine ersten Untersuchungen in Betreff der Identität des neuen von Coggia und Winnecke entdeckten Kometen mit dem Kometen 1818. I.

Herr Franz Toula, Prof. an der Gumpendorfer Communal-Realschule, überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Kohlenkalkfossilien von der Südspitze von Spitzbergen".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Juni 1873. Berlin; 8°.

Aoust, Analyse infinitésimale des courbes planes etc. Paris, 1873; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 32. Wien, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1963 (Bd. 82. 19.) Kiel, 1873; 4°.

Cornalia, Emilio, Osservazioni sul *Pelobates fuscus* e sulla *Rana agilis* trovate in Lombardia. Milano, 1873; 8°.

Correnti, Cesare, Discurso pronunziato nell' adunanza generale solenne della Società Geografica tenuta il giorno 30 Marzo nella R. Università di Roma. Roma, 1873; 4°.

Crocq, J., De la production et du mécanisme des positions dans les malades articulaires. Bruxelles, Paris, Londres, Leipzig, 1856; 8°. — Le vaccin amène-t-il la dégénérescence de l'espèce humaine? Bruxelles, 1857; 8°. — De l'action thérapeutique et des applications pratiques du nitrate acide d'argent. Bruxelles, 1858; 8°. — Étude sur l'ophthalmie contagieuse dite militaire. Bruxelles, 1859; 8°. — De la pénétration des particules solides à travers les tissus de l'économie animale. Bruxelles, Paris & Leipzig, 1859; 8°. — Discours prononcé à l'Académie Royale de Médecine de Belgique, dans la discussion sur les amputations. Bruxelles, 1860; 8°. — Du développement de la matière tuberculeuse dans la cavité utérine. Bruxelles, 1860; 8°. — Note sur les inhalations de poussière de charbon appliquées au traitement de la phthisie pulmonaire. Bruxelles, 1863; 8°. — De l'Anthracose pulmonaire etc. Bruxelles, 1862; 8°. — De la contagion du Choléra. Bruxelles, 1866 & 1872; 8°. — Compte rendu des travaux relatifs aux sciences anatomiques et physiologiques à la physique et à la chimie médicales pendant la période 1841—1866. Bruxelles, 1867; 8°. — Compte rendu général des travaux de l'Académie R. de Médecine de Belgique, fait à l'occasion du 25me anniversaire de sa fondation. Bruxelles, 1867; 8°. — De la vaccine, des revaccinations et de la vaccination animale. Bruxelles, 1870; 8°.

Des Moulins, Charles, Fragments zoologiques. Nr. III. Un crinoide tertiaire dans la Gironde. Nr. IV. Sur un Spatangue du miocène supérieur de Saucats etc. Bordeaux, 1872; gr. 8°.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XVI (neuer Folge VI), Nr. 10. Wien, 1873; 8⁰.

— Astronomische, in Leipzig: Vierteljahresschrift. VIII. Jahrgang, 2. Heft. Leipzig, 1873; 8⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 46. Wien, 1873; 4⁰.

Hauer, Franz Ritter von, Geologische Übersichtskarte der österreichisch-ungarischen Monarchie. Blätter Nr. IV, VII, VIII, IX, XI und XII, nebst erläuterndem Text. Wien, 1872. Folio & 4⁰.

Institut Royal Grand-Ducal de Luxembourg: Publications. Section des Sciences naturelles et mathématiques. Tome XIII. Luxembourg, 1873; 8⁰.

Istituto, R., di studi superiori di Firenze: Memorie del R. Osservatorio ad Arcetri. Tomo I., Nr. 1. Firenze, 1873; 4⁰.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band VII, Nr. 5—8. Leipzig, 1873; 8⁰.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 23. Graz, 1873; 4⁰.

Lehmann, Otto, Revolution der Zahlen, die Seh in Schrift und Sprache eingeführt. Leipzig, 1869; 8⁰. — I. und II. Beiblatt zu Revolution der Zahlen. Leipzig, 1870 & 1872; 8⁰. — Logarithmen, gewöhnliche und trigonometrische für die Grundzahl Seh. Leipzig, 1873; 8⁰.

van der Mensbrugghe, G., Sur la tension superficielle des liquides considérée au point de vue de certains mouvements observés à leur surface. II^d Mémoire. Bruxelles, 1873; 4⁰.

Mittheilungen des k. k. technischen und administrativen Militär-Comité. Jahrgang 1873, 7. & 8. Heft. Wien; 8⁰.

Nature. Nr. 211, Vol. IX. London, 1873; 4⁰.

Penn, The Monthly. Devoted to Literature, Science, Art and Politics. Vol. IV, Nr. 44. Philadelphia, 1873; gr. 8⁰.

Regel, E., *Conspectus specierum generis vitis regiones Americae borealis, Chinae borealis et Japoniae habitantium. Petropoli, 1873;* 8⁰.

Revista de Portugal e Brazil. Nr. 2. Lissabon, 1873; 4⁰.

Riccardi, Pietro, Intorno ad alcune rare edizioni delle opere astronomiche di Francesco Capuano da Manfredonia. Modena, 1873; 4⁰.

Società Italiana di Antropologia e di Etnologia: Archivio. III° Vol., fasc. 3° e 4°. Firenze, 1873; 8°.

Societät, physikalisch-medicinische, zu Erlangen: Sitzungsberichte. 5. Heft. November 1872 bis August 1873. Erlangen, 1873; 8°.

Société Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XVII° Année, Nrs. 5—7. Constantinople, 1873; 4°.

— Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Année 1873, Tome XLVI, Nr. 2. Moscou; 8°.

Society, The Chemical, of London: Journal. Ser. 2, Vol. X. December 1872; Vol. XI, February—July 1873. London; 8°.

— The Zoological, of London: Transactions. Vol. VIII, Parts 3 & 4. London, 1872 & 1873; 4°. — Proceedings. Index. 1861—70. London, 1872; 8°.

Stadler, Rudolf, Die Wasserversorgung der Stadt Wien in ihrer Vergangenheit und Gegenwart. Denkschrift zur Eröffnung der Hochquellen-Wasserleitung im Jahre 1873. Wien, 1873; 4°.

Verein für Naturkunde zu Zwickau: Jahresbericht. 1871 & 1872. Zwickau, 1872 & 1873; 8°.

Whitley Partners von neuem durchgesehener, illustrirter und beschreibender Katalog von verbesserten, erfolgreichen europäischen und amerikanischen mechanischen Erfindungen etc. Leeds, 1873; 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 46. Wien, 1873; 4°.

Wolf, Rudolf, Astronomische Mittheilungen. XXXIII. Zürich; 8°.

Zepharovich, Victor, Ritter von, Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Österreich. II. Band. 1858—1872. Wien, 1873; 8°.

Über das Verhalten der rothen Blutkörperchen zu einigen Tinctionsmitteln und zur Gerbsäure.

Von **Michael Laptschinsky** aus Petersburg.

(Mit 1 Tafel.)

(Aus dem physiologischen Institute in Graz.)

Vor nun schon 10 Jahren hat Rindfleisch in seinen „Experimentalstudien über die Histologie des Blutes[1]" einige sehr merkwürdige Bilder, welche er von Amphibienblutkörperchen mittelst einer Lösung von löslichem Anilinblau in Wasser erhielt, beschrieben und abgebildet.

Rindfleisch sagt darüber am angeführten Orte: „Als ich ganz frische Blutkörperchen mit Anilin behandelte und die Reaction unter meinen Augen von statten gehen liess, sah ich, wie sich die Blutkörperchen rundeten, dunkelroth wurden, plötzlich aber erblassten und zu gleicher Zeit an irgend einer Stelle ihrer Peripherie eine kuglige Masse hervortrat, die sich auch sofort blau färbte und in den meisten Fällen in zwei Schichten theilte, eine centrale, tiefblau gefärbte und homogene (den vermeintlichen Kern) und eine peripherische, weniger tief gefärbte, feinkörnige, das vermeintliche Protoplasma der jungen Zelle. Ich stelle diese Thatsache einfach hier her, ohne mich in irgend welche Hypothese über das Zustandekommen derselben zu vertiefen und empfehle Jedem, sich auf die trügerische Anilinfärbung nicht weiter einzulassen, als es derartige Erfahrungen räthlich machen."

Mir schien das beschriebene Anilinblaubild mit einer Reihe seither von andern Forschern gemachten Beobachtungen in einem sehr innigen Zusammenhang zu stehen.

---

[1] Leipzig 1863. p. 11.

Soviel mir aber bekannt ist, hat sich seither Niemand eingehender damit beschäftigt. Nur Rollett sagt in seinem Artikel „Vom Blut" in Stricker's „Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Thiere[1]:"

„Eine besondere Veränderung hat Rindfleisch an den Froschblutkörperchen auf Zusatz von löslichem Anilinblau beschrieben. Es soll eine kernhaltige, sich rasch blau färbende Kugel ausgestossen werden, man wird aber bei Concentrationen des Reagens von $1/2$ Grm. auf 100 Cub. Cm. nur die merkwürdige Erscheinung des Austrittes des Kernes aus den kugelig werdenden Blutkörperchen beobachten. Besonders auffallend ist, dass die Theile des Kernes, welche einmal den Contour des Körperchens überragen, sogleich beträchtlich quellen, so dass in dem Stadium das Bild des Kernes dem eines kurzen grossköpfigen Nagels gleicht, der in die Substanz des Körperchens eingetrieben erscheint. Hat der Kern das Körperchen einmal vollständig verlassen, dann quillt er in allen Theilen, fängt an, sich zu tingiren und noch weitere, aber noch näher zu studirende Veränderungen einzugehen."

Ich stellte mir nun die Aufgabe, zu sehen, was man denn bei einer ausgedehnteren Versuchsreihe mittelst Anilinblau eigentlich für Erscheinungen an den Blutkörperchen beobachten könne.

Die Resultate, welche ich erhielt, erweckten bald in der That meine ganze Aufmerksamkeit, und indem ich nun darangehe, dieselben zu beschreiben, will ich vorerst über die sehr auffallenden und seltsam erscheinenden Bilder, welche ich erhalten habe, hier einfach berichten, erklärende Betrachtungen auf später verschiebend.

Ich bemühte mich durch lange Zeit vergeblich, das von Rindfleisch nach Anwendung von löslichem Anilinblau beschriebene Hervortreten einer kernhaltigen, sich rasch blau
kugeligen Masse aus den Blutkörperchen zu beo
fleisch hat die Concentration der Lösung, w
dete, nicht angegeben und die anfangs von

[1] I. Band, Leipzig 1871, p. 291.

Lösungen waren zu concentrirt. Endlich probirte ich mir eine Lösung aus, bei deren Anwendung die erwähnte Erscheinung an jedem Blutkörperchen schön und deutlich zu sehen war. Es war das eine Lösung von 0,25 Grm. Anilinblau in 100 Cub. Cm. Wasser. Verdünntere Lösungen bringen die Erscheinung zu rasch hervor, so zu sagen auf einmal; auch ist dabei das Aufquellen der ausgetretenen Masse sehr stark, während bei mehr concentrirten Lösungen die Erscheinung nicht so deutlich zu beobachten ist wegen des zu tief blau gefärbten Gesichtsfeldes.

Mischt man mit einem Tropfen der erwähnten Lösung ein Minimum von Tritonen-Blut (*Triton taeniatus*), so sieht man an den Blutkörperchen, dass dieselben rund werden, ähnlich wie nach Wasserwirkung; sie erscheinen etwas dunkler gefärbt und weniger transparent. Bald darauf sieht man den runden und ein wenig gequollenen Kern die Oberfläche des Blutkörperchens an einer Stelle etwas überragen und rasch darauf denselben immer mehr und mehr aus dem Blutkörperchen heraustreten. Dabei wulstet sich aber sogleich eine stark quellende und sich blau tingirende Substanz um ihn herum. Das geht so weit, dass nach dem vollständigen Austritt der ganzen Masse der Kern in vielen Fällen nicht mehr deutlich in derselben zu sehen ist. Diese stark aufquellende und dadurch nach und nach weniger intensiv tingirt erscheinende Masse bleibt gewöhnlich an einem Rest des Blutkörperchens, der farblos erscheint, hängen. (Fig. 1.)

Behandelt man ein auf die oben angegebene Weise mittelst Anilinblau angefertigtes Blutpräparat mit Essigsäure, so verkleinern sich die ausgetretenen blaugefärbten, kugeligen Massen, ihre Farbe wird dadurch tiefer. (Fig. 2.) Oefters bilden sich auch strahlenförmige Ausläufer der blauen Masse. Ist der Kern aus dem Blutkörperchen nicht vollständig ausgetreten, so sieht man dann den nach innen liegenden Theil des Kernes mit einer an ein unregelmässiges Gitter erinnernden Zeichnung versehen, welche sich so ausnimmt, wie die, welche von Rollett[1] als balkige Gerinnung beschrieben wurde. (Fig. 3.)

---

[1] Über Zersetzungsbilder der rothen Blutkörperchen, p. 9. (Untersuchungen aus dem Institute olfür Phsyiogie und Histologie in Graz. Leipzig 1870.)

An den Blutkörperchen des Menschen bringt unsere Anilinblaulösung die Wirkung des Wassers hervor. Man sieht im blau gefärbten Gesichtsfelde kaum mehr wahrnehmbare kugelige blasse Reste der Blutkörperchen. Setzt man dem Präparat Essigsäure zu, so entsteht ein blau gefärbter Niederschlag, zwischen welchem dann die entfärbten Reste der Blutkörperchen deutlicher hervortreten.

Die Bilder, welche ich vom Tritonenblut erhalten hatte, waren merkwürdig genug, um es lohnend erscheinen zu lassen, auch die Wirkung von Lösungen zu untersuchen, welche nicht so, wie das die reine Anilinblaulösung leicht ersichtlich thut, auch die Wasserwirkung an den Blutkörperchen hervorbringen.

Ich bereitete mir also durch Mischung von Anilinblaulösungen mit der entsprechenden Menge kaltgesättigter ClNa-Lösung Proben von $^1/_8$ %, $^1/_4$ %, $^1/_2$ % und 1 % ClNa-Gehalt.

Mit der $^1/_8$ % ClNa enthaltenden Anilinblaulösung kommt die Erscheinung des Heraustretens des Kernes schon weniger häufig vor, und wenn es geschieht, so bedeutend langsamer als mit der salzfreien Lösung.

In den rund gewordenen Blutkörperchen sieht man den Kern zuerst auch rund und verhältnissmässig kleiner als im unveränderten Körperchen. Nach und nach aber, indem sich das Blutkörperchen entfärbt, erscheint der Kern grösser und erreicht fast die Peripherie. Da kommt es nun vor, dass man an einer oder mehreren Stellen der Peripherie kleine Auswüchse bemerken kann, die sich blau tingiren und von denen aus die Tinction sich weiter in das Innere verbreitet. Anstatt dass man aber jetzt den Kern vollkommen heraustreten sehen würde, sieht man vielmehr, dass der Kern im Innern noch mehr aufquillt und dabei sich tingirt, während die anfänglichen Auswüchse wieder zurücktreten.

Auf diese Weise erhält man nach einiger Zeit eine homogene, tief blau gefärbte Kugel. Die erwähnten temporär auftretenden kleinen Hervorwölbungen sieht man theils am Rande, theils auf der Oberfläche der Blutkörperchen und kann, wenn man die letzteren zum Wälzen bringt, abwechselnd das eine und das andere Bild erhalten.

Nach einiger Zeit findet man im Präparat die Mehrzahl der Blutkörperchen als tiefblau tingirte, homogene Kugeln. Manchmal erscheint der Rand derselben etwas wellig oder sie zeigen einen etwas heller gefärbten Saum. Sicheres über das Verhalten jener Substanz, welche im Falle des Austrittes des Kernes als Rest des Blutkörperchens zurückbleibt, lässt sich in diesen Fällen nicht ermitteln. Körperchen, an denen der Kern mit der ihn umhüllenden Substanz theilweise oder ganz ausgetreten ist, sieht man aber auch in unserem Gemisch noch immer, nur seltener als in der salzfreien Lösung.

Lässt man, wenn einmal die Blutkörperchen durch Anilinblau die beschriebenen Veränderungen erlitten haben, Essigsäure auf dieselben wirken, dann ziehen sich die kugeligen Körper zusammen, erscheinen gesättigter gefärbt, und manchmal kommt dabei der Contour des Kernes zum Vorschein. Lässt man dagegen die Essigsäure allmälig schon in jenem Stadium einwirken, wo die Blutkörperchen noch die erwähnten Hervorwölbungen oder Flecken an der Oberfläche zeigen, dann erhält man eine Reihe besonderer Bilder, deren Beschreibung ich aber bis dahin verschiebe, wo ich über die Wirkung der Kohlensäure auf die mit Anilinblau behandelten Blutkörperchen sprechen werde.

Auf Menschenblut wirkt diese Lösung nicht viel verschieden von der salzfreien.

In der $^1/_4$ % ClNa enthaltenden Anilinblaulösung tingiren sich fast alle Kerne, ohne auszutreten, und zwar auf dieselbe Weise, wie es für die vorhergehende Lösung beschrieben wurde. Das Auftreten und die Tinction von vorübergehend vorhandenen Auswüchsen wurde aber seltener beobachtet.

Gewöhnlich tingirt sich, nachdem das Blutkörperchen fast ganz entfärbt ist, der Kern allmälig, ohne dass etwas von einem Auswuchs oder von einem tingirten Fleck zu sehen wäre. Die ganze Erscheinung verläuft langsamer als bei der vorigen Lösung. Die Blutkörperchen entfärben sich auch in dieser Lösung ebenso, wie in der vorhergehenden.

In der $^1/_2$ % ClNa enthaltenden Anilinblaulösung werden die Tritonenblutkörperchen sehr bald fleckig und faltig, zuletzt schrumpfen sie zusammen. Erst nach längerer Zeit findet man mehrere entfärbte Körperchen mit blau tingirten Kernen.

In der 1% ClNa enthaltenden Anilinblaulösung erhalten sich die Blutkörperchen schon ziemlich unverändert. Die Kerne tingiren sich nicht mehr. Nur vereinzelt trifft man sofort nach Anfertigung eines Präparates freie Kerne und grössere kugelige Körper schön blau tingirt.

In den letzten zwei Lösungen erhalten sich auch die Blutkörperchen des Menschen ziemlich unverändert. Entfärbung tritt nicht ein; die Körperchen erscheinen aber meist stern- oder stechapfelförmig.

Nachdem ich die vorerwähnten Beobachtungen über die Wirkung des löslichen Anilinblau auf die Blutkörperchen gemacht hatte, musste es mich wegen der Beschreibung, die Roberts[1] von der Wirkung des salpetersauren Rosanilin auf die Blutkörperchen gegeben hat, und welche darnach einige Ähnlichkeit mit der Anilinblauwirkung zu haben schien, auch interessiren, die Wirkungen jenes Reagens auf die Blutkörperchen einer erneuten Untersuchung zu unterwerfen.

Die Blutkörperchen werden nach Roberts in der Rosanilinlösung durchsichtig, kugelig, blassrosenfarbig, und an einem Punkt der Peripherie sollen ein, seltener zwei dunkelrothe Flekken erscheinen, die entweder in eine Vertiefung der Oberfläche eingesenkt waren, oder über die letztere hervorragten.

Als ich Versuche mit dem Reagens anstellte, sah ich auch hier sogleich, dass die Erscheinungen, welche man erhält, abhängig sind von der Concentration der Lösung, die man benützt.

Bei Anwendung sehr verdünnter Lösungen (0·026 Grm. in 100 Cub. Cm.) sieht man aus den vorerst ebenfalls wie durch die Wasserwirkung kugelig gewordenen Blutkörperchen des Tritons eine aufgequollene, wulstige, sich intensiv roth tingirende Masse austreten, die sich aber dann, sowie sie mit dem Reagens vollständig in Berührung kommt, sofort stark contrahirt. Der Rest des Blutkörperchens, an dem die ausgetretene Masse gewöhnlich hängen bleibt, entfärbt sich während dieses Vorganges sehr rasch, das helle, indessen wieder länglich oval gewordene

[1] W. Roberts, On peculiar appearances exhibited by blood-corpuscles under the influence of solutions of Magenta and Tanin. Quart. Journ. of microscop Science. July 1863, p. 170.

Stroma zurücklassend. (Fig. 4.) Während des Hervortretens sieht man im Innern der aufgequollenen Substanz deutlich den Contour des Kernes, der aber meistens nachher, in Folge der starken Zusammenziehung dieser Substanz, nicht mehr zu sehen ist.

Der erste Act des ganzen Vorganges ist die Erscheinung eines rothen Fleckes, der über die Oberfläche des Körperchens hervorragt; gewöhnlich folgt aber darauf sehr rasch das vollständige Heraustreten und die Tinction des Kernes mit der ihn umgebenden Substanz.

Es kann aber auch hier vorkommen, dass nach dem Erscheinen des rothen Fleckes, oder anders gesagt, nach dem Heraustreten eines kleinen Theiles der den Kern umgebenden, aufgequollenen Substanz, der andere grössere, noch im Innern des Körperchens liegende Theil nicht heraustritt, sondern sich mit dem Kern von dem zuerst erschienenen Fleck aus tingirt.

Wie gesagt, bleibt die vollständig aus dem Blutkörperchen ausgetretene intensiv tingirte Masse im Zusammenhang mit dem Stroma. Übt man auf das Deckgläschen mit einer Nadel einen leichten Druck aus, so kann man das Stroma in schwingende Bewegung versetzen, während die an dem Stroma hängende Masse sich meistens ruhig verhält, wie wenn sie ans Objectgläschen geklebt wäre.

Auf concentrirtere Lösungen von Rosanilin sieht man den Kern mit der ihn umgebenden Substanz selten aus dem Blutkörperchen vollständig heraustreten, meist tritt er nur theilweise heraus. Es lässt sich aber mit Lösungen von mittlerer Concentration sehr schön die Art der Entstehung der später in buckliger oder strahliger Form um den Kern gesammelten Masse beobachten. Die Blutkörperchen werden zuerst rund, ebenso auch die Kerne, die Contouren der letzteren deutlicher. Auf einmal macht das Körperchen eine Bewegung und kehrt aus der runden Form entweder wieder in die länglich ovale zurück, oder es nimmt eine Wetzsteinform an. Zugleich sieht man im Blutkörperchen eine röthliche Färbung entstehen, bedingt durch einen feinkörnigen Niederschlag, der zuerst gleichmässig vertheilt ist, sich nachher aber rasch als Ballen um den Kern herum sammelt Fig. 5), und sich dann noch stärker tingirt. Nach der Zusammenziehung erscheint er oft in stachlicher Form. (Fig. 6.)

Rosanilin in etwa zehnmal concentrirterer Lösung als anfänglich angewandt, wirkt auf die Blutkörperchen sehr intensiv. Es entsteht, während die Körperchen rasch ihre natürliche Farbe verlieren, ein flockiger und wie wir sehen werden klebriger, sich roth tingirender Niederschlag, der entweder ganz oder theilweise aus dem Körperchen heraustritt, oder sammelt sich dieser Niederschlag im Innern des Körperchens zu einer peripherisch liegenden Schichte, Fig. 7, die vom Kern durch das helle Stroma getrennt ist. Die Tinction erfolgt auch hier von einem hervorragenden rothen Fleck aus, d. h. von einem Theil der Substanz, die im Begriffe ist, aus dem Körperchen herauszutreten. Lässt man das Reagens auf die Blutkörperchen allmälig, durch Diffusion einwirken, so kann man beobachten, wie die rund gewordenen Blutkörperchen sich rasch entfärben, während die den Kern einschliessende, röthlich tingirte Substanz sichtbar wird. Diese letztere scheint aber, schon ehe die Tinction sie deutlich erkennbar macht, von dem Blutköperchen sich abzuspalten und anfänglich zu quellen. Kommt sie nun beim Aufquellen an die Peripherie des Blutkörperchens, oder tritt sie ein wenig heraus, so bemerkt man, wie von diesem Theile aus, der sich sofort intensiv roth tingirt die Tinction sich schnell auch auf die übrige Masse ausbreitet, die sich aber, sowie der Farbstoff auf sie einwirkt, sogleich stark contrahirt. (Fig. 8.) Auf diese Weise wird sie oft von dem über die Oberfläche hervorgetretenen Theile losgetrennt, worauf man dann an der Oberfläche des Blutkörperchens eine kleinere Partie der gefärbten Masse von wechselnder Grösse isolirt wahrnimmt. (Fig. 9.)

Wird ein wenig Blut mit einem Tropfen der concentrirten Rosanilinlösung direct gemischt, so ist die Wirkung eine so intensive und rasche, dass der Vorgang dabei schwer zu beobachten ist. Man sieht die entfärbten, kugeligen Blutkörperchen, umgeben von einem an ihnen haftenden Niederschlage, während die Kerne intensiv roth tingirt erscheinen und entweder einen scharfen runden Contour (Fig. 10), oder ein mehr unregelmässiges oft flockiges Aussehen haben. (Fig. 11.)

Häufig sind mehrere Blutkörperchen durch den erwähnten Niederschlag zusammengekittet und trennen sich, wenn man auf das Deckgläschen mit einer Nadel einen leichten Druck aus-

übt, oder sie bewegen sich zusammen, ohne sich zu trennen. Man kann durch dieses Manöver auch Körperchen, die wie durch einen fadenförmigen Anhang an nebenliegende geheftet sind, in schwingende Bewegung versetzen.

Menschliches Blut, mit der concentrirten Rosanilinlösung gemischt zeigt an der Oberfläche der kugelig und entfärbt gewordenen Blutkörperchen ein kleines, intensiv roth tingirtes Fleckchen. (Fig. 12.)

Mit verdünnten Lösungen ist nur ein roth tingirter Niederschlag zu sehen, wahrscheinlich aus den Blutkörperchen entstehend, die dabei kugelig, durchsichtig und blass erscheinen.

Kochsalz schwächt oder verhindert, je nach dem Gehalt, auch die Wirkung der Rosanilinlösung auf die Blutkörperchen. Schon ein Gehalt von $^1/_{10}$ — $^1/_8$ % ClNa verlangsamt die Wirkung sehr merkbar.

In der 1% ClNa enthaltenden Rosanilinlösung erhalten sich die Blutkörperchen ebenso, wie wir das bei der entsprechenden Anilinblaulösung gesehen haben.

Roberts hat gleichzeitig mit dem Rosanilin auch die Gerbsäure untersucht und eine in mancher Beziehung analoge Wirkung beider Mittel wahrgenommen.

Eine Tanninlösung in der Concentration, wie sie von Roberts angewandt wurde (3 Gr. auf 1 Unze), macht die Blutkörperchen des Triton zuerst rund. Es entsteht dann auch hier eine Trübung im Körperchen, bedingt durch einen Niederschlag, der den Kern unsichtbar macht, der sich dann allmälig von der Peripherie gegen das Centrum hin zusammenzieht und endlich in Form einer aus Balken zusammengesetzten Gerinnung, die am Rande in mehr oder weniger Strahlen ausläuft, erscheint, ganz ähnlich wie nach der Wirkung des Rosanilin. Ehe aber noch dieses Bild durch die Tanninlösung vollkommen entstanden ist, sieht man an einer oder mehreren Stellen der Peripherie des Blutkörperchens verschieden gestaltete Auswüchse hervorschiessen. Man findet diese Auswüchse entweder im Zusammenhang mit der früher beschriebenen Figur und dort, wo der Auswuchs an der Peripherie des Blutkörperchens sitzt, denselben eingeschnürt (Fig. 13), oder man findet den Auswuchs einer andern Stelle der Oberfläche des Blutkörperchens anhaftend

und ohne sichtbaren Zusammenhang mit der vorerwähnten Gerinnung, Fig. 14.

Ferner trifft man Bilder, wo zwei oder drei Fortsätze sich wie die in Fig. 13 beschriebenen verhalten (Fig. 15), und überdies noch Fortsätze, welche sich verhalten, wie der in Fig. 14 beschriebene.

Aber nicht alle Fortsätze zeigen das Ansehen der früher beschriebenen Gerinnung, sondern einzelne erscheinen glatt, meist kolbenförmig, und auch diese hängen entweder mit der Gerinnung um den Kern (Fig. 16), oder mit einem andern Theile des Blutkörperchens zusammen (Fig. 17).

Ausserdem kommen kugelige Fortsätze vor, die mit breiter Basis dem Blutkörperchen ansitzen und immer glatt erscheinen

Mit verdünnteren Tanninlösungen ($^1/_2$ — 1 Gr. auf 1 Unze) sieht man die Blutkörperchen des Triton rund werden; dann tritt aber auf einmal wie ausfliessend ein körniger Niederschlag aus dem Körperchen hervor, der diesem wie eine Kappe aufgesetzt erscheint (Fig. 18), oder aber der Niederschlag erscheint an mehreren Stellen der Oberfläche des Blutkörperchens, oder er zeigt ein kranzförmiges Ansehen und hängt in eigenthümlicher Weise mit den Blutkörperchen zusammen. Es sind das Bilder, auf welche ich später noch verweisen werde. Bei Anwendung der $^1/_2$ Gr. Tannin auf 1 Unze Wasser enthaltenden Lösung sieht man überdies häufig den Kern sammt jener körnigen Masse aus dem Blutkörperchen heraustreten. (Fig. 19.)

An den Blutkörperchen des Menschen bringt die concentrirte Tanninlösung (Gr. 3 auf Dr. 1) ein ziemlich constantes Bild hervor. Es erscheinen kleine, kugelige Gebilde an der Oberfläche der verkleinerten und rund gewordenen Blutkörperchen haftend, meist je ein solches Gebilde an jedem Blutkörperchen; es kommen aber auch hier zwei und mehr solche Gebilde an demselben Blutkörperchen vor, Fig. 20. Diese Fortsätze sind den früher an den Tritonenblutkörperchen beschriebenen glatten Fortsätzen zu vergleichen.

Bei der Anwendung verdünnter Tanninlösungen sieht man auch an den menschlichen Blutkörperchen einen körnigen Niederschlag aus den Körperchen austreten. (Fig. 21.)

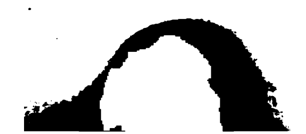
Blicken wir auf die bisher erhaltenen Resultate zurück, so ergibt sich sofort, dass eine Reihe der Bilder, welche man mittelst Zusatz bestimmter Lösungen von Anilinblau, Rosanilin und Gerbsäure von den Tritonenblutkörperchen erhalten kann, eine ganz unverkennbare Ähnlichkeit zeigen mit den oft genannten Bildern, welche man durch die Wirkung der Kohlensäure auf gewässertes Blut erhalten kann, und es wäre zu vermuthen, dass eine Reihe von Bildern, welche mittelst der zuerst genannten Reagentien erhalten werden können, bisher auf die Wirkung der Kohlensäure blos darum nicht beobachtet wurden, weil bei den letzteren Versuchen die jene Bilder verdeutlichende Wirkung des Tinctionsmittels fehlt. Auch die Gerbsäure verleiht den vorerwähnten, geformten Niederschlägen aus den Blutkörperchen einen blassbräunlichgrünen Farbenton.

Es schien also geboten, auf die Kohlensäurebilder ein Tinctionsmittel einwirken zu lassen, welches an sich die Wirkungen, welche das Anilinblau und Rosanilin in wässriger Lösung hervorrufen, nicht hervorbringt. Ich wendete mich in dieser Beziehung zum Carmin und muss nun zuerst das Verhalten der Blutkörperchen zu einer Lösung von carminsaurem Ammoniak an sich näher behandeln.

Bekanntlich hat Rollett[1] auf die Thatsache aufmerksam gemacht, dass eine neutrale, salzfreie Lösung von Carmin-Ammoniak an den Blutkörperchen die Wirkung des Wassers hervorbringt, dass dagegen in einer $^1/_2$ — 1 $^0/_0$ ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung sich die Blutkörperchen ziemlich unverändert erhalten und in keinen ihrer Theile Carmin aufnehmen, sondern erst, wenn die Blutkörperchen in jenem Gemisch durch Frieren oder durch Entladungsschläge zerstört sind, die Kerne sich färben.

Ich stellte mir zunächst die Aufgabe, diese Thatsachen genauer zu verfolgen. Die salzfreie Lösung von Carmin-Ammoniak, deren ich mich bei meinen Untersuchungen bediente, wurde in folgender Weise bereitet: 1 Gr. Carmin wurde in einer Achatschale mit 30 Tropfen concentrirter Ammoniakflüssigkeit zu einer dickflüssigen Masse zusammengerieben, sodann mit distillirtem Wasser in einen grossen Messcylinder hineingespült und auf 200 Cub. Cm.

[1] Vom Blut. L. c. p. 291.



verdünnt. Die schön und tief roth gefärbte Flüssigkeit wurde nach einigem Stehen filtrirt; sie zeigte keinen Geruch nach Ammoniak und war sehr lange Zeit unzersetzt zu gebrauchen.

Salzhaltige Carmin-Ammoniaklösungen von $^1/_6$ %, $^1/_4$ %, $^1/_3$ %, $^1/_2$ % und 1 % ClNa-Gehalt stellte ich mir wieder mittelst Zumischung eines entsprechenden Volumens einer kaltgesättigten Kochsalzlösung (31, 85 %) aus jener Carminlösung her.

Beobachtet man vorerst die Wirkung der salzfreien Lösung von Carmin-Ammoniak am Tritonenblut, indem man Blut und Reagens nebeneinandersetzt und Diffusion eintreten lässt, so sieht man, dass die Blutkörperchen und ihre Kerne rund werden. Der Kern tritt häufig aus dem Körperchen heraus, quillt dabei sehr stark auf und tingirt sich, aber so, dass er nach einiger Zeit nur als eine ganz blassroth gefärbte Kugel erscheint, die meistens kaum wahrzunehmen ist. Die Substanz des Körperchens, aus dem der Kern austrat, entfärbt sich und wird allmälig kleiner, zuletzt sieht man von ihr nichts als einen blassen Contour. Tritt der Kern nicht heraus, so kann man beobachten, wie in dem Masse, als der Kern aufquillt, homogen wird und sich tingirt, die Substanz des Körperchens allmälig einen kleineren und kleineren Saum um ihn herum bildet, und zuletzt ganz verschwindet, so dass auf diese Weise wieder eine grosse, blass rosa gefärbte Kugel entsteht. An dem Blute des Menschen sieht man nur, dass die rothen Blutkörperchen kugelig werden und sich entfärben.

Ich will hier beiläufig bemerken, dass die farblosen Körperchen des Menschenblutes sich auf salzfreie Carmin-Ammoniaklösung auch vollkommen abrunden und ein wenig aufquellen; sie werden aber dabei nach und nach blässer, so dass man sie nach einiger Zeit nur mit Mühe im Präparate auffinden kann. Einige zeigten im Innern deutlich einen runden Kern, der allmälig aufquoll, sich schwach tingirte und so fast die ganze Masse des Körperchens einnahm. Andere erschienen vollkommen rund, feinkörnig, ohne dass etwas von einem Kern zu sehen war. Die Körnchen zeigten oft starke Molecularbewegung. In diesem Stadium beobachtete ich aber dann, wie auf einmal der feinkörnige Inhalt an einer Stelle hervorspritzte; unmittelbar darauf zerstreute sich die ganze Zellsubstanz des Körperchens in der Umgebung und nur der runde und schön tingirte Kern blieb sichtbar, quoll

aber auch sofort immer auf und wurde dabei schwächer wahrnehmbar.

Gehen wir nun über zu den salzhaltigen Carminlösungen, so sieht man, dass in Lösungen von $^1/_6$ % ClNa bis zu 1 % ClNa Gehalt die Blutkörperchen in immer grösserer Zahl mit ungefärbten, nicht gequollenen Kernen und in Bezug auf ihre äussere Form unverändert oder nur mit Runzeln oder Falten an der Oberfläche versehen sich erhalten. Nur einzelne Blutkörperchen, und zwar mit steigendem Salzgehalte immer weniger, erscheinen gequollen, rund, oder oval, oder in Bezug auf die Blutkörperchensubstanz wesentlich reducirt und mit gefärbten Kernen, kurz, zeigen jene Veränderungen, welche die salzfreie Carminlösung in kurzer Zeit successive an allen Körperchen hervorbringt.

Nur auf das Verhalten der Blutkörperchen zu der 1 % ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung will ich hier etwas näher eingehen, weil die Beobachtungen, welche man damit machen kann, unsere Aufmerksamkeit in mehrfacher Weise verdienen.

Bringt man auf einen mikroskopischen Objectträger ein kleines Tröpfchen Tritonenblut mit einem grösseren Tropfen der 1 % ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung zusammen, so findet man das Folgende:

Die grosse Mehrzahl der rothen Blutkörperchen erscheint oval oder mehr rund; oft sind sie gefleckt oder mit quer über dieselben hinlaufenden Runzeln versehen. Der Kern ist in denselben meistens deutlich sichtbar. Erst nach einiger Zeit schrumpfen die Blutkörperchen mehr zusammen und werden dabei unregelmässig faltig, ohne sich aber zu entfärben und ohne von dem Farbstoff der Lösung etwas aufzunehmen; der Kern ist dann unsichtbar geworden.

Neben den rothen Blutkörperchen sieht man weisse Blutkörperchen, von unregelmässiger, meist länglicher oder in mehrfache Spitzen auslaufender Form, deren Kerne ebenfalls nicht tingirt erscheinen.

Neben den so erhaltenen Blutkörperchen, welche die weitaus überwiegende Anzahl ausmachen, findet man aber immer sofort nach Anfertigung eines Präparates einzelne stark roth gefärbte Körper von verschiedener Grösse und Form. Man kann folgende Formen unterscheiden:

a) Runde oder ovale, intensiv roth tingirte und vollkommen homogene, meistens mit einem deutlichen Contour versehene Körper. Ihre Grösse ist verschieden; die runden sind gewöhnlich etwas kleiner als die ovalen und erinnern, was ihre Grösse betrifft, an angequollene Kerne, während die ovalen bis zur Grösse der unveränderten rothen Blutkörperchen heranreichen.

Die runden Körper sind meistens intensiver gefärbt und erscheinen deutlicher contourirt als die grösseren ovalen Körper.

b) Schwach tingirte Kerne, umgeben von einem runden oder ovalen Saum, der entweder vollkommen farblos oder nur wenig mit Blutfarbestoff gefärbt erscheint.

c) Sehr grosse, scharf begrenzte und mit Körnchen gefüllte kugelige Körper, welche grösser sind als unveränderte weisse Blutkörperchen und gleichfalls stark roth gefärbt erscheinen.

d) Körper mit roth tingirten Kernen 1 oder 2 — 3 nebeneinander mit deutlicher heller, körniger Protoplasmamasse am Rande.

Ich suchte nun über die Herkunft der erwähnten ganz oder theilweise tingirten Gebilde ins Klare zu kommen.

Die sub *a*) beschriebenen runden Gebilde entsprechen den im Blute sich befindenden schon von Andern beobachteten freien Kernen, welche den Farbstoff sofort in sich aufnahmen. Man sieht diese Kerne sogleich nach Anfertigung des Präparates intensiv tingirt, während die Kerne, welche aus den erst durch die Wirkung des Reagens veränderten Blutkörperchen herrühren sich nur allmälig tingiren.

Für in solcher Art entstandene Gebilde halte ich die sub *a*) beschriebenen grösseren ovalen Körper. Sie dürften durch starkes Aufquellen der Kerne im Innern entfärbter rother Blutkörperchen entstanden sein, was durch die weiteren Veränderungen, welche an den sub *b*) beschriebenen Körperchen zu beobachten waren, eine Bestätigung erfährt. Während nämlich hier beim Liegen des Präparates der Kern sich stärker tingirte und aufquoll, wurde der ihn umgebende helle Saum, der Rest der Blutkörperchensubstanz immer kleiner und kleiner, bis zuletzt nichts mehr von ihm zu sehen war.

Die Entstehung der sub *d*) angeführten Formen aus farblosen Blutkörperchen war leicht zu constatiren.

Was aber die grossen, körnigen Kugeln (c) betrifft, so stimmen dieselben der Grösse und der Form nach vollkommen mit der von Kneuttinger[1] angeführten besonderen Form der farblosen Blutkörperchen der Amphibien überein.

Ein Blutpräparat vom Menschen mit derselben 1 % ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung angefertigt, zeigte sehr schön die Stern- und Stechapfelform der rothen Blutkörperchen. Einige waren aber rund und erschienen grösser als die gezackten. Die farblosen Blutkörperchen erschienen wenig verändert. Einmal zählte ich auf 40—50 unveränderte, farblose Blutkörperchen, eines mit tingirtem Kerne. Nach längerem Liegen der Präparate zeigte aber eine grössere Anzahl roth tingirte Kerne.

Wir sehen also, dass in einigen sowohl farblosen als rothen Blutkörperchen des Triton sofort nach Anfertigung eines Präparates die Kerne sich tingiren, während die Mehrzahl sich wenig verändert und keine Tinction der Kerne zeigt; dass auch beim Menschenblut einige der farblosen Körperchen sogleich mit tingirten Kernen erscheinen, während die meisten ebenfalls vom Farbstoff nichts in sich aufnehmen, wenigstens eine längere Zeit hindurch.

Nachdem ich nun beschrieben habe, was man gleich nach der Anfertigung eines Blutpräparates über die Wirkung der 1 % Salz enthaltenden Carminlösung wahrnehmen kann, will ich dazu übergehen, die Wirkung von Entladungsschlägen der Leydner Flasche auf solche Präparate zu beschreiben. Ich applicirte dieselben in der bekannten Weise[2].

Die rothen Blutkörperchen vom Triton werden nach einigen Schlägen, im Falle sie geschrumpft oder faltig oder fleckig waren, wieder vollkommen glatt. Die Körperchen erscheinen dann vollkommen homogen, runden sich ab und fangen an, ihren Farbstoff abzugeben. Die Kerne werden dabei auch rund und erscheinen oft körnig. Es treten also dieselben Erscheinungen auf, welche man auch an unverdünntem oder mit Serum verdünntem Frosch-

[1] Kneuttinger, Zur Histologie des Blutes. Würzburg 1865, pag. 10.

[2] Rollett, Über die successiven Veränderungen, welche electrische Schläge an den rothen Blutkörperchen hervorbringen. Diese Berichte Band L, p. 178 u. 179.



blut wahrnehmen kann[1]; aber mit der allmäligen Entfärbung der Blutkörperchen geht hier Hand in Hand die Tinction ihrer Kerne durch Carmin. Es muss nur genug Farbestoff auf eine gewisse Quantität Blut vorhanden sein. Dann sieht man, und es ist das eine sehr schöne Ercheinung, gleichzeitig in einem bestimmten Stadium der Veränderung in den elektrisirten Blutkörperchen die Tinction der Kerne anfangs nur schwach aber unter den Augen des Beobachters immer stärker und stärker hervortreten, bis endlich alle Kerne schön roth gefärbt erscheinen.

Sehr oft hat man den Eindruck, dass die Tinction des Kernes von einem bestimmten Fleck ausgeht, der sich zuerst tingirt und manchmal über den Rand des Kernes als kleiner Höcker hervorragt. Man kann oft deutlich sehen, wie sich zuerst dieser Höcker, dann ein Segment, dann der halbe Kern roth färbt, bis zuletzt der ganze Kern schön roth tingirt hervortritt. Diese successive oder theilweise Färbung ist am besten an solchen Stellen des Präparates wahrzunehmen, wo weniger Carmin sich befindet, an Stellen, wo die Blutkörperchen dichter aneinander liegen. Sind in diesem Falle die Blutkörperchen durch das Elektrisiren schon vollständig entfärbt, so sieht man öfters den Kern ganz schwach tingirt, während ein bestimmter Fleck intensiv roth gefärbt erscheint.

Mit der Tinction ist zugleich ein Aufquellen der Kerne verbunden. Wenn man zu dem Präparate von Zeit zu Zeit neuerdings tropfenweise die 1 % ClNa enthaltende Carmin-Ammoniaklösung zusetzt, sieht man die Kerne grösser und grösser werden, während der helle Saum der entfärbten Blutkörperchen-Substanz allmälig kleiner wird. Auf der Oberfläche der aufgequollenen und tingirten Kerne bemerkt man dann öfters stärker tingirte Flecke von unregelmässiger Form, oder man sieht die Contouren der Kerne an einzelnen Stellen schärfer, an anderen weniger scharf hervortreten. Bringt man das Körperchen in eine wälzende Bewegung, so überzeugt man sich leicht, dass das, was von der Fläche gesehen, als intensiv tingirter Fleck erscheint, im Profil dem stark gezeichneten Contour entspricht. Manchmal sieht man anstatt der einfachen Flecken ganz deut-

[1] L. c p. 185.

lich Schüppchen, deren Ränder von der Oberfläche des Kernes zuweilen ein wenig abgehoben erscheinen.

Während die meisten Kerne die erwähnten Flecken oder die stark gezeichneten unterbrochenen Contouren zeigen, sieht man bei anderen die Oberfläche wulstig.

Endlich findet man im Präparate einige Körperchen, bei denen die roth gefärbten Schüppchen auf der Oberfläche des den Kern umgebenden hellen Saumes zu sehen sind.

Nicht allein die Behandlung der Blutkörperchen mit Entladungsschlägen, sondern auch die Veränderung, welche dieselben durch das Frieren und Wiederaufthauen erleiden, führen zu rascher Tinction der Kerne durch Carmin-Ammoniak. Man braucht aber, wie ich mich überzeugte, die Blutkörperchen nicht so rasch, wie es durch die beiden erwähnten Einflüsse geschieht, zu zersetzen; wenn man dieselben der langsamen Zersetzung in der erwähnten Carminlösung unterwirft, erhält man ganz ähnliche Bilder. So, wenn man Tritonenblut mit einem Ueberschuss der 1 % ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung mischt und längere Zeit im bedeckten Glase stehen lässt. Man beobachtet dabei, dass nach und nach alle Kerne der Blutkörperchen sich tingiren und aufquellen, so dass zuletzt (nach ein paar Tagen) nur aufgequollene, homogene, tingirte, kugelige oder ovale Körper zu sehen sind, die alle einen oder mehrere stärker tingirte Flecken haben, oder die erwähnten Schüppchen zeigen. Ist der Saum des Restes der Blutkörperchensubstanz noch vorhanden, so sieht man auch hier manchmal auf seiner Oberfläche die roth tingirten Schüppchen.

Endlich kommt es hier auch vor, dass man diese Schüppchen losgetrennt von den Körperchen in der umgebenden Flüssigkeit zu sehen bekommt.

Auch Froschblut ergibt, wenn auch nicht so schön und deutlich, wie das Tritonenblut, bei den vorerwähnten Versuchen die nämlichen Erscheinungen.

Es ist sehr schwer, über die Entstehung der beschriebenen Schüppchen, welche das einemal mit dem Kern verbunden, das andere mal davon losgelöst auftreten, sich eine Vorstellung zu bilden.

Hämatoxylinlösung, welche ich wegen ihres bekannten Verhaltens zu allen kernartigen Gebilden in Anwendung zu ziehen

suchte, färbte die Kerne der Körperchen tief blau, ohne die letzteren selbst in Bezug auf Form und Farbe wesentlich zu verändern. Ich sah bald, dass damit nichts zu erfahren war. Es muss dahingestellt bleiben, ob vielleicht ähnliche Vorgänge, wie ich sie bei Anwendung des Rosanilins beobachtete, wenn Bilder wie das in Fig. 9 dargestellte entstehen, auch zur Bildung der vorerwähnten Schüppchen führen.

Ich gelange nun zu den früher angezeigten Versuchen, in welchen auf die durch CO_2 veränderten Blutkörperchen des gewässerten Blutes Carmin als Tinctionsmittel wirken sollte. Ich bediente mich dazu des im physiologischen Institute aufgestellten Gaswechslers [1].

Bringt man ein mit der salzfreien Carmin-Ammoniaklösung angefertigtes Blutpräparat vom Triton in die Gaskammer und lässt darauf Kohlensäure einwirken, so sieht man Folgendes:

Es entsteht im Präparat zwischen den Blutkörperchen sogleich ein rothgefärbter, feinkörniger Niederschlag. Die in Form von blassrosa gefärbten Kugeln erscheinenden aufgequollenen Kerne, die früher kaum wahrzunehmen waren, werden auf einmal deutlich sichtbar, indem sie sich zusammenziehen und gesättigter tingirt erscheinen; sie nehmen aber dabei eine unregelmässige Gestalt an und haben einen dicken, etwas stärker gefärbten Contour, der eigentlich wie eine besondere Schicht aussieht. (Fig. 22.) Ferner kann man vollkommen entfärbte helle kernlose Reste von Blutkörperchen sehen, welche homogen und glatt erscheinen, oder aber in ihrem Innern einen feinkörnigen Niederschlag zeigen; daneben die roth tingirten ausgetretenen Kerne, umgeben von einer ebenfalls roth tingirten Schicht, die entweder als wulstige Masse erscheint (Fig. 23), oder aber fadenförmige Ausläufer zeigt, und auf diese Weise oft sternförmig wird. (Fig. 24.) Dann sieht man auch entfärbte Blutkörperchen, an denen die roth tingirten Kerne noch nicht vollständig ausgetreten sind. (Fig. 25.) Man bemerkt dabei die den Kern umgebende Schicht sowohl ausserhalb als auch innerhalb des Körperchens, nur ist der ausgetretene Theil voluminöser als der noch im Körperchen steckende. Einzelne Blutkörperchen, welche durch die Carmin-

[1] Untersuchungen aus dem Institute für Physiologie und Histologie in Graz, 1. Heft, Leipzig 1870, p. 20 u. ff.

lösung weniger verändert wurden, zeigen den Kern auf der Oberfläche mit einer netzförmigen oder aus Balken zusammengesetzten Zeichnung versehen. Ausser den oben erwähnten Formen kommen auch solche vor, welche von einem körnigen Niederschlage ganz erfüllt sind und zuweilen in ihrem Innern einen glatten, kleinen, runden, schwach tingirten Kern erkennen lassen.

Auf Zutritt von Luft löst sich der durch die Kohlensäure entstandene körnige Niederschlag wieder auf, die grossen, roth tingirten Körper werden wieder blässer und dehnen sich zu den grossen, blassen, kugelförmigen Körpern aus. An den oben erwähnten durch die Carminlösung weniger veränderten Blutkörperchen verschwindet das Kohlensäure-Bild ebenso, wie man es an dem gewässerten Blut beobachtet.

Bringt man ein Blutpräparat vom Triton, welches man mit der $^1/_6$ % ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung angefertigt, in die Gaskammer, so lassen sich die folgenden Bilder beobachten:

Man sieht aus den Blutkörperchen auf die Wirkung der Kohlensäure eine wulstige, aufgequollene Masse heraustreten, welche den Kern in sich schliesst und die sich sogleich roth tingirt. (Fig. 26.) Zuweilen sieht man den Kern noch zum Theile im Körperchen stecken, wobei er dann an diesem Theile die früher erwähnte Zeichnung darbietet, während der ausgetretene Theil umgeben von der beschriebenen, wulstigen Masse erscheint. (Fig. 27, *a, b.*) In den entfärbten Resten der Blutkörperchen entsteht auch öfters derselbe körnige Niederschlag, der zwischen den Körperchen zu sehen ist.

Wird jetzt Luft durchgeleitet, so kann man an den aus den Blutkörperchen hervorgequollenen Massen deutlich in der Mitte die Kerne unterscheiden, umgeben von einem helleren, rosagefärbten Saum.

Fig. 27 (*a, b*) stellt zwei Blutkörperchen vor, wie man sie auf Kohlensäure-Wirkung sehen kann. Dieselben Körperchen nach Einwirkung von Luft sind in Fig. 28 (*a', b'*) dargestellt.

Lässt man von neuem Kohlensäure durch, so sieht man, wie die roth tingirte Substanz um den Kern herum sich ein wenig zusammenzieht.



Um die beschriebenen Bilder mit der $^1/_6$ % ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung schön zu erhalten, muss man ein Minimum Blut bei der Anfertigung der Präparate nehmen. Die Blutkörperchen müssen einzeln weit von einander liegen. Diese Bemerkung gilt nicht nur für diese Bilder, die ich mit der $^1/_6$ % ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung erhielt, sondern auch für die folgenden. Ich habe bei meinen Versuchen mit ein und derselben Lösung mehrmals verschiedene Resultate erhalten, je nachdem ich mehr oder weniger Blut nahm, je nachdem das Blut defibrinirt war oder nicht. Sogar der Umstand, ob der Triton frisch oder bereits durch eine Reihe von Blutverlusten anämisch geworden, übte, wie es mir schien, einen Einfluss auf die Entstehung der Bilder. Es ist das vollkommen begreiflich, wenn man in Erwägung zieht, dass die Entstehung des einen oder des andern Bildes von dem Salzgehalt der Lösungen abhängig ist.

Bringt man ein mit der $^1/_4$ % ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung angefertigtes Präparat in die Gaskammer und lässt Kohlensäure darauf wirken, so kann man wieder eine Reihe bemerkenswerther Bilder erhalten, von welchen ich einige auch eingehender besprechen muss.

Man sieht an einer Stelle der Oberfläche der Blutkörperchen einen reichlichen körnigen Niederschlag entstehen (Fig. 29), der sich sofort roth tingirt und oft wie eine Kappe auf dem Körperchen sitzt. (Fig. 30.) Dieser Niederschlag ist sowohl an noch mit Blutfarbestoff tingirten Körperchen, als auch an entfärbten zu beobachten. Zuweilen entsteht dieser kappenförmige Niederschlag so plötzlich, dass das ganze Körperchen in Bewegung geräth. Das letztere führt dann meist zu Bildern, wie sie die Fig. 31 — 33 zeigen.

Manchmal erscheint der bezeichnete Niederschlag kranzförmig um den Kern herum im Innern des Körperchens und nur theilweise ausgetreten. (Fig. 34.)

Es kommt auch vor, dass der Niederschlag nicht an einer Stelle des Körperchens hervortritt, sondern an mehreren. (Fig. 35.)

Nach und nach, indem man längere Zeit Kohlensäure durchgehen lässt, bildet er sich an allen Körperchen aus.

An den Resten der Blutkörperchen, an welchen sich der kappenförmige Niederschlag ausgebildet hat, bemerkt man häufig eine andere, schwer zu deutende Erscheinung. Man erhält den Eindruck, als ob im Innern derselben eine Höhlung vorhanden wäre. Dieser Eindruck kommt dadurch zu Stande, dass man neben dem äusseren Grenzcontour noch einen inneren sieht, welcher von dem äusseren mehr oder weniger entfernt ist. (Fig. 31—33.) In der Höhlung scheint der Kern zu liegen. Bei einzelnen Bildern reicht dieser innere Contour bis an den kappenförmigen Niederschlag und scheint in ihn überzugehen.

Die Kerne der Blutkörperchen, an denen sich der kappenförmige Niederschlag gebildet hat, erscheinen klein, homogen, schwach roth tingirt.

Auf Zutritt von Luft löst sich der kappenförmige Niederschlag auf, die Kerne quellen auf und tingiren sich stärker. Von dem Doppelcontour ist dann nichts mehr zu sehen, sondern die Blutkörperchensubstanz bildet einen hellen homogenen Saum um die ebenfalls vollkommen homogen erscheinenden Kerne. (Fig. 36.)

Lässt man von Neuem Kohlensäure auf das Präparat einwirken, so erscheint der Niederschlag in der früheren Form nicht wieder, sondern zerstreut zwischen den Körperchen; hauptsächlich um diejenigen Körperchen in reichlicher Menge, bei denen er zuvor kappenförmig zu sehen war. Nach und nach und durch mehrmaligen Wechsel von Luft und Kohlensäure zerstreut er sich aber im ganzen Präparat. An den aufgequollenen und roth tingirten Kernen ist keine Veränderung bei Wechsel von Luft und Kohlensäure zu beobachten; sie erscheinen in beiden Fällen vollkommen homogen.

Bei mehrmaligem Wechsel von Kohlensäure und Luft sieht man successive immer andere Körperchen den beschriebenen Veränderungen verfallen und das scheint abhängig zu sein von der allmälig fortschreitenden Veränderung der Blutkörperchen durch die Carminlösung, die hier so wie die Wässerung bei früheren Versuchen die Blutkörperchen erst geeignet macht, die Veränderungen auf die Kohlensäure einzugehen.

Bei Anwendung der Lösung von Carmin-Ammoniak mit $^1/_3$ % ClNa Gehalt bildet sich auf Kohlensäure der erwähnte

Niederschlag auch, nur langsamer, entweder kappenförmig oder an mehreren Stellen der Peripherie in Form kleiner Büschelchen. Auch hier verändern sich nach und nach alle Blutkörperchen in derselben Weise, wenn man nur hinlängliche Zeit Kohlensäure durchleitet. Die Blutkörperchen, die sich allmälig entfärben, erscheinen dann mit 1—4 solcher Büschelchen besetzt, die sich auf Zutritt von Luft auflösen. Die Kerne quellen auf und erscheinen roth tingirt und homogen.

Mit der $^1/_3$ °/₀ ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung erhielt ich auch an menschlichen Blutkörperchen den kappenförmigen Niederschlag (Fig. 37), der sich auf Luft löste und dann bei neuem Zutritt von Kohlensäure als körniger, roth tingirter, zerstreuter Niederschlag erschien.

Mit Carmin-Ammoniaklösungen, die einen noch höheren Procentgehalt ClNa enthalten, liessen sich die oben beschriebenen Bilder nicht regelmässig erzeugen, obwohl es manchmal vorkommt, dass man ein oder das andere solche Bild erhält.

Ich beobachtete aber mehrere Male, sowohl mit der $^1/_2$ °/₀, als auch mit der 1 °/₀ ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung an den Blutkörperchen des Triton, wie sich, unter Wirkung der Kohlensäure, ein oder das andere Körperchen aufblähte, dann aber plötzlich wieder zusammenzufallen schien und an einer Stelle einen grossen, kugeligen Haufen eines körnigen, roth tingirten Niederschlages ausschied, an dem der entfärbte Rest des Blutkörperchens mit dem roth tingirten Kern haftete. (Fig. 38.)

Dieselben oben beschriebenen Bilder kann man an den Blutkörperchen des Triton und des Menschen auch mit Essigsäure und den entsprechenden salzhaltigen Carmin - Ammoniaklösungen sehr schön erzeugen.

An Menschenblutkörperchen erhält man mit Essigsäure die kappenförmigen, kranzförmigen u. s. w. Niederschläge am schönsten, wenn man das Präparat mit der $^1/_3$ °/₀ ClNa enthaltenden Carmin-Ammoniaklösung anfertigt und darauf die Essigsäure durch Diffusion einwirken lässt. (Fig. 39.)

Ich versuchte endlich auch die Wirkung der Kohlensäure auf die mit Anilinblau behandelten Blutkörperchen und will beschreiben, was ich dabei sah. Ich erinnere zu dem Ende vorerst

an das, was ich früher über die Wirkung jenes Tinctionsmittels angeführt habe.

Bringt man ein mit der salzfreien Anilinblaulösung (0.25 Grm. auf 100 Cub. Cm.) angefertigtes Blutpräparat vom Triton möglichst schnell in der Gaskammer mit Kohlensäure in Berührung, so kann man den Austritt der Kerne und der dieselben umgebenden Substanz sistiren, die letztere zieht sich dabei zusammen. Man erhält bei solchen Versuchen folgende Bilder:

a) An einigen noch erhaltenen Blutkörperchen sieht man allein die Wirkung der Kohlensäure hervortreten.

b) An anderen sieht man eine kleine Masse einer aus dem Körperchen ausgetretenen, aber mit dem Kerne noch zusammenhängenden blau gefärbten Substanz, während der Kern die sonstigen Veränderungen auf Kohlensäure zeigt. (Fig. 40.)

c) Findet man an der Peripherie des Blutkörperchens diese blau tingirte, gewulstete Masse in grösserer Quantität; der Kern ist dann glatt und gewöhnlich auch blau tingirt. (Fig. 41.)

Zwischen *b*) und *c*) gibt es zahlreiche Uebergänge.

d) Blutkörperchen, an deren Oberfläche eine grosse Masse der wulstigen, blau tingirten Substanz zu sehen ist, in deren Innerm die Contouren eines runden Kernes wahrzunehmen sind. (Fig. 42.) In dem farblosen Rest des Blutkörperchens sieht man zuweilen einen körnigen Niederschlag.

Endlich erscheint auch zwischen den Blutkörperchen ein körniger, blau tingirter Niederschlag.

Auf Zutritt von Luft schwinden die Kohlensäurebilder an den Kernen; der Niederschlag löst sich auf; die blau tingirte wulstige Substanz quillt wieder ein wenig auf und erscheint weniger intensiv gefärbt, so dass der in ihr liegende Kern jetzt deutlicher zu sehen ist.

Nach mehrmaligem Wechsel von Luft und Kohlensäure ist an allen Blutkörperchen der Kern mit der ihn umgebenden Substanz entweder ausgetreten, oder im Fall er noch im Körperchen liegt, erscheint er glatt und blau tingirt, mit oder ohne eine Schichte der blau gefärbten Substanz.

Mit der $^1/_6$ % ClNa enthaltenden Anilinblaulösung lassen sich auf Kohlensäure sehr schön an den Blutkörperchen des Triton



ganz ähnliche Bilder erzeugen, wie wir sie früher mittelst der Carminlösung dargestellt haben.

Man bekommt aber daneben auch noch immer die eben erst beschriebenen Bilder, nämlich vollständig entfärbte Reste von Blutkörperchen, denen eine gewulstete, blau tingirte Masse mit einem Kern im Innern anhaftet. Am häufigsten kommen aber hier die andern Bilder vor.

An einer oder an mehreren Stellen der Peripherie des Blutkörperchens bildet sich ein sich blau tingirender, körniger Niederschlag aus, der sich allmälig vergrössert. (Fig. 43.) Tritt er an mehreren Stellen hervor, so sieht das runde Blutkörperchen wie mit kleinen Büschelchen besetzt aus. (Fig. 44.) Tritt er reichlich auf einmal hervor, so sitzt er dem Körperchen kappenförmig auf (Fig. 45); auch kann er wieder kranzförmig (Fig. 46), oder sichelförmig (Fig. 47) u. s. w. erscheinen. Manchmal tritt er auf einmal, von einem Ruck des Kernes begleitet, aus dem Blutkörperchen hervor, eine körnige, blau tingirte, grosse Kugel bildend, neben welcher der entfärbte Rest des Körperchens den auch blau gefärbten Kern enthaltend zu sehen ist.

Man erhält auch Bilder, wo einige der erwähnten Formen des Niederschlages zusammen an einem Körperchen vorkommen. (Fig. 47.)

Hat sich der Niederschlag an einem Körperchen reichlich gebildet, so erscheint der Kern homogen, rund, schwach blau tingirt.

Auf Zutritt von Luft lösen sich die Niederschläge auf; die Kerne tingiren sich intensiver und quellen bedeutend auf, fast den ganzen Raum des Blutkörperchens einnehmend. (Fig. 48.)

Mit Anilinblaulösungen, die einen höheren Procentgehalt ClNa enthalten, liessen sich die soeben beschriebenen Niederschläge auf Kohlensäure nur ausnahmsweise entwickeln.

An den Blutkörperchen des Menschen erhält man aber mit der $^1/_2$ $^0/_0$ ClNa enthaltenden Anilinblaulösung durch Kohlensäure sehr schön den kappenförmigen Niederschlag, überhaupt Bilder, die denen entsprechen, die man am Tritonenblut mit der $^1/_4$ $^0/_0$ ClNa enthaltenden Anilinblaulösung erhält. (Fig. 49.)

Auf Zutritt von Luft löst sich auch hier der durch Kohlensäure entstandene Niederschlag auf und erscheint dann auf

Kohlensäure nicht wieder kappenförmig, sondern zerstreut; die noch erhaltenen Blutkörperchen erscheinen auf Luftzutritt sternförmig oder zackig, während sie sich auf Kohlensäure ausglätten, bedeutend erweitern und in der Mitte eine helle Stelle zeigen. Diese letztere Erscheinung beobachtet man an den Blutkörperchen des Menschen auch mit der 1 % ClNa enthaltenden Anilinblaulösung; den kappenförmigen Niederschlag kann man aber mit dieser Lösung nicht erzeugen.

Die beschriebenen Bilder kann man auch mit den entsprechenden Anilinblaulösungen durch Essigsäure erzeugen.

So ist z. B. das in Fig. 50 dargestellte Bild auf Essigsäure an einem mit der $^1/_6$ % ClNa enthaltenden Anilinblaulösung angefertigten Blutpräparat vom Triton erhalten worden.

Das Bild Fig. 51 ist mit Essigsäure an einem mit der $^1/_4$ % ClNa enthaltenden Anilinblaulösung angefertigten Blutpräparat erhalten worden.

Ich habe nun die Thatsachen mitgetheilt, welche ich mit den angeführten Mitteln an den Blutkörperchen feststellen konnte, und glaube damit Vorgänge und Bilder an den Blutkörperchen, welche, nachdem man einmal auf dieselben aufmerksam geworden war, das Interesse der Histologen in Anspruch nehmen mussten, näher beleuchtet zu haben. Handelt es sich doch dabei um mikroskopische Bilder, welche, wenn sie vereinzelt in Betracht gezogen würden, leicht zu den weitgehendsten Schlüssen über den Bau der Blutkörperchen verlocken und ungerechtfertigten Annahmen ein grosses Feld eröffnen könnten. Betrachtet man sie dagegen im Zusammenhange, so ergibt sich, wie schwierig die Deutung derselben auch ist, doch wenigstens einige Übereinstimmung in ihrer grossen Mannigfaltigkeit. Der Nutzen, welchen die Kenntniss derselben für die Einsicht in den complicirten Bau der Blutkörperchen gewährt, muss heute mehr noch von seiner negativen als von seiner positiven Seite geschätzt werden. Wir dürfen auf einzelne Bilder, welche wir mittelst Reagentien unter dem Mikroskope darstellen können, nirgend mit grösserem Zagen, mit weniger Vertrauen histologische Lehren gründen, als gerade bei den rothen Blutkörperchen. Und immer und immer wieder muss man bei den Reflexionen über unseren Gegenstand



einige Beruhigung auch in der Überzeugung finden, dass der Werth, welchen histologische Beobachtungen für die Erkenntniss mikroskopischer Dinge besitzen, nicht sofort immer ermessen werden kann.

Nachdem ich das vorausgeschickt, will ich eine Deutung meiner Bilder hier versuchen.

Vor allem treten zwei Substanzen, die sich wohl unterscheiden lassen, immer hervor.

Die eine, welche im Texte als Rest des Blutkörperchens bezeichnet wurde, erscheint glatt, weich, dehnbar, häufig an Tropfen gemahnend durch ihre runde Form, durch Beibehaltung derselben nach dem Austritt von Einschlüssen, die früher in derselben sich befanden.

Alle diese Eigenschaften zusammen sind wohl der Grund, warum wir sie als Rest des Blutkörperchens ansehen. Sie trägt die Eigenschaften, wenn nicht ganz, so doch theilweise und hauptsächlich an sich, welche in Bezug auf Aggregatzustand dem Stroma der ursprünglichen Blutkörperchen zugeschrieben werden.

Nur unter ganz bestimmten Umständen treten Körnchen in derselben auf, nämlich in dem Fall, wo ein Niederschlag in ihr sich ablagert, dessen Entstehung aber gerade auf eine weitere Veränderung derjenigen Substanz zurückweist, die wir von der nun besprochenen zu unterscheiden haben.

Jene zweite Substanz verdankt die Form und den Zustand, in welchem sie der Gegenstand mikroskopischer Beobachtung wird, einer Fällung oder Quellung, oder beiden Vorgängen zugleich.

In welchen Beziehungen die beiden sich sondernden Substanzen vor der Fällung und dem Quellen der einen Substanz zu einander stehen, ist vorläufig nicht zu ermitteln.

Wir müssen nur die Thatsache als für die Kenntniss der Blutkörperchen wichtig festhalten, dass eine solche Sonderung in zwei Substanzen nach manigfachen und verschiedenen äusseren Einflüssen auftritt. Besonderes Gewicht lege ich in dieser Beziehung darauf, dass es mir gelang, bei den kernlosen Blutkörperchen des Menschen, wenn auch nicht immer, so doch in vielen Fällen, die Analoga der an den kernhaltigen Blutkörperchen der Amphibien unter denselben Umständen beobachteten Bilder zu erhalten.

Es ist damit ein neuer Beleg für die Übereinstimmung im Bau der Blutkörperchensubstanz aller rothe Blutkörperchen besitzenden Thiere gewonnen.

Die erwähnte zweite Substanz ist es, welche bei den Tinctionsversuchen die angewendeten Pigmente in sich aufnimmt. Während sie sich im Innern des Blutkörperchens von der ersteren Substanz in sichtbarer Weise sondert, oder aber aus der letzteren heraustritt, gibt sie zu den mannigfachsten mikroskopischen Formbildungen Veranlassung.

Den ersten Anstoss zur Abscheidung dieser tinctionsfähigen Substanz von den übrigen Theilen der Blutkörperchen scheint immer die Wasserwirkung zu geben. Ist sie einmal frei geworden, dann erscheint sie nicht immer mit denselben Eigenschaften. Wir müssen ihr unter Umständen einen gewissen Grad von Klebrigkeit zuschreiben in dem Falle, wo sie an dem Objectträger haftet oder eine mit strahlenförmigen Fortsätzen versehene Form annimmt, ein Zustand derselben, welcher in der Mitte zu liegen scheint zwischen zwei anderen Zuständen der tinctionsfähigen Substanz der Blutkörperchen. In dem einen dieser beiden Zustände sehen wir sie stark gequollene und nur von zarten Contouren eingefasste, schwach lichtbrechende rundliche Massen bilden, während sie in dem andern Zustande geschrumpft und schärfer begrenzt oder körnig erscheint.



Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Mit Anilinblaulösung (von 0,25 Grm. in 100 Cub. Cm.) behandeltes Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 2 u. 3. Mit derselben Lösung und darauf mit Essigsäure behandelte Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 4. Mit sehr verdünnter Lösung von Rosanilin behandelte Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 5. Mit concentrirterer Lösung von Rosanilin behandeltes Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 6. Dasselbe weiter verändert.

Fig. 7, 8, 9, 10 u. 11. Mit concentrirter Lösung von Rosanilin behandelte Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 12. Mit concentrirter Lösung von Rosanilin behandelte Blutkörperchen vom Menschen.

Fig. 13, 14, 15, 16 u. 17. Mit concentrirter Gerbsäure-Lösung behandelte Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 18 u. 19. Mit verdünnterer Gerbsäure behandelte Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 20. Blutkörperchen vom Menschen mit concentrirter Gerbsäure-Lösung behandelt.

Fig. 21. Dasselbe, mit verdünnter Gerbsäure-Lösung.

Fig. 22, 23, 24 u. 25. Mit salzfreier Lösung von Carmin-Ammoniak und Kohlensäure behandelte Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 26 u. 27. Mit 1/6 % ClNa enthaltender Carminlösung und Kohlensäure behandelte Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 28. Die in Fig. 27 dargestellten Blutkörperchen nach Verdrängung der Kohlensäure durch Luft.

Fig. 29, 30, 31, 32, 33, 34 u. 35. Mit 1/4 % ClNa enthaltender Carmin-Ammoniaklösung und Kohlensäure behandelte Blutkörperchen vom Triton.

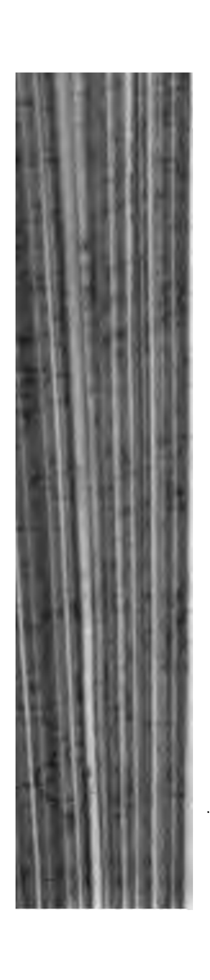


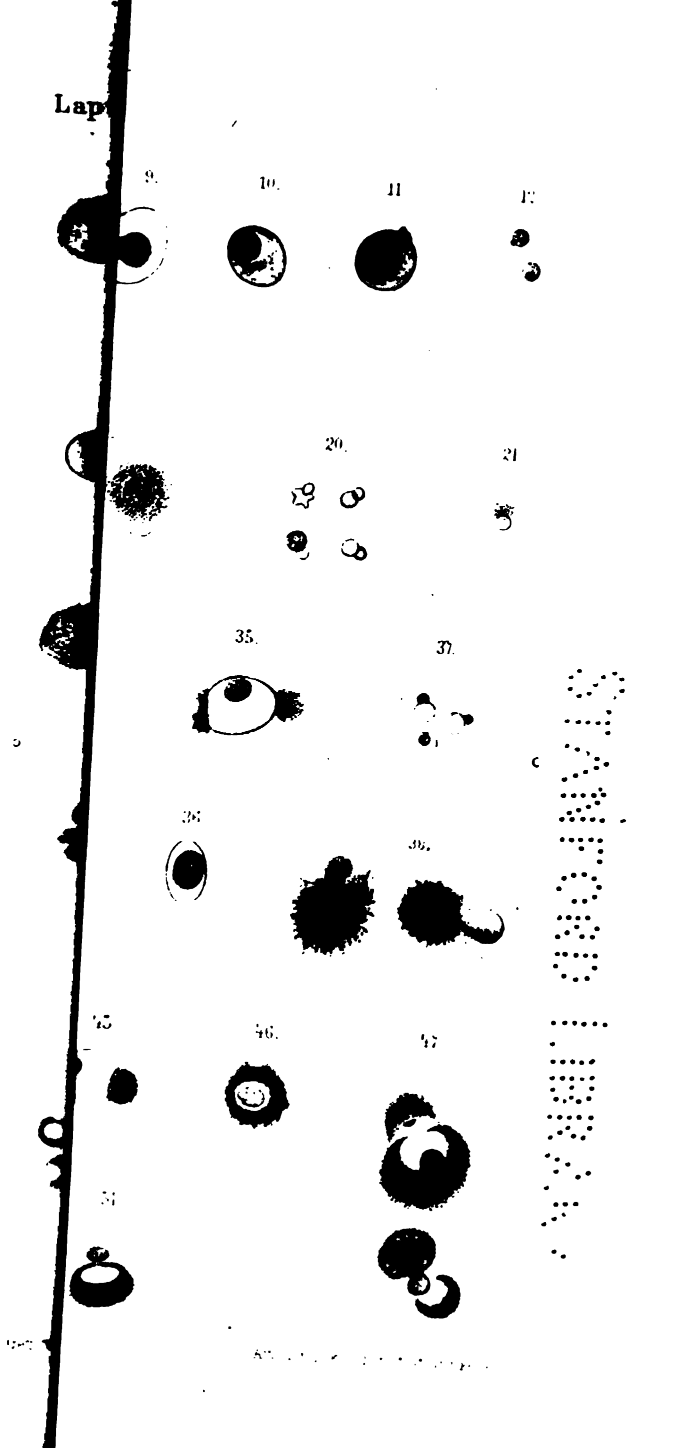
Fig. 43, 44, 45, 46 u. 47. Mit $^1/_6$ % ClNa enthaltender A
und Kohlensäure behandelte Blutkörperchen vom Tri

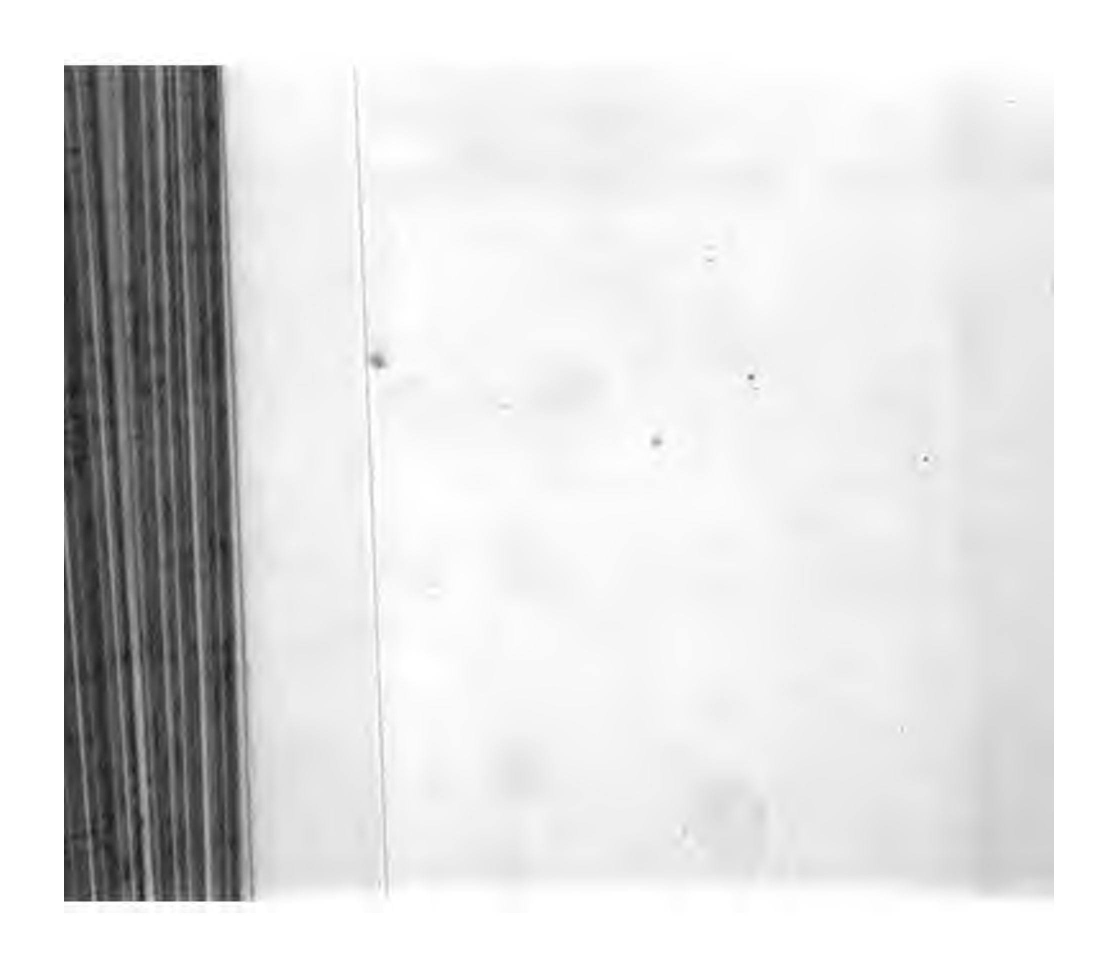
Fig. 48. Dasselbe, nach Verdrängung der Kohlensäure dur

Fig. 49. Mit $^1/_2$ % ClNa enthaltender Anilinblaulösung un
behandelte Blutkörperchen vom Menschen.

Fig. 50. Mit $^1/_6$ % ClNa enthaltender Anilinblaulösung u
behandeltes Blutkörperchen vom Triton.

Fig. 51. Mit $^1/_4$ % ClNa enthaltender Anilinblaulösung u
behandeltes Blutkörperchen vom Triton.





SITZUNGSBERICHTE

DER

ISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXVIII. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

10.

thält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.



XXVIII. SITZUNG VOM 4. DECEMBER 1873.

Der Präsident theilt mit, dass Se. Majestät der Kaiser die Deputation der Akademie zur Beglückwünschung aus Anlass von Allerhöchstdessen 25jähriger Regierungs-Jubelfeier am 1. December zu empfangen, die Adresse huldvoll entgegenzunehmen und die Akademie Allerhöchstseines fortgesetzten Schutzes zu versichern geruht haben.

Herr Dr. A. Dohrn in Neapel dankt, mit Schreiben vom 26. November, für die Betheilung der von ihm gegründeten „Zoologischen Station" daselbst mit den Sitzungsberichten der Classe.

Herr Prof. Dr. E. Mach in Prag übersendet einen zweiten Nachtrag zu seiner Abhandlung über den Gleichgewichtssinn.

Derselbe übermittelt ferner eine für den Anzeiger bestimmte vorläufige Notiz: „Über die Schallgeschwindigkeit in Gasgemengen," vom Herrn Dr. V. Dvořák.

Herr Anton Krichenbauer, k. k. Gymnasial-Director in Znaim, übersendet ein handschriftliches Werk, betitelt: „Homer als eine Quelle für Kosmologie. Ein Beitrag zur Untersuchung sowohl über das Werden und das Alter der homerischen Gesänge als auch über die kosmischen Verhältnisse in der Natur jener Zeit."

Herr Aug. Prinz zu Vilimov in Böhmen übermittelt eine Abhandlung unter dem Titel: „Die Rechnung des Grossen und Kleinen mittelst der Primtafeln" nebst einer „Parallele der Primrechnung zu den Logarithmen".

Herr Prof. Dr. V. v. Lang legt eine Abhandlung des Herrn Dr. Fr. Exner, d. Z. in Strassburg, vor, betitelt: „Bestimmung der Temperatur, bei welcher das Wasser ein Maximum seiner Dichtigkeit hat".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academy of Natural Sciences of Philadelphia: Proceedings. 1872, Parts I—III. Philadelphia; 8°.

Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna: Memorie. Serie III. Tomo II, Fasc. 2—4; Tomo III, Fasc. 1—2. Bologna, 1872 & 1873; 4°. — Rendiconto. Anno accademico 1872—73. Bologna, 1873; 8°.

American Association for the Advancement of Science: Proceedings. XXth Meeting, held at Indianapolis, Indiana, August 1871. Cambridge, 1872; 8°.

Annalen der Chemie und Pharmacie von Wöhler, Kopp, Erlenmeyer & Volhard, N. R. Band 93, Heft 1—3. Leipzig & Heidelberg, 1873; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr. Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 33—34. Wien, 1873; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1964—1965. (Bd. 82. 20—21.) Kiel, 1873; 4°.

Ateneo Veneto: Atti. Serie II. Vol. IX. 1871—72; Vol. X, punt. 1—3. 1872—73. Venezia, 1873; 8°.

Bibliothèque Universelle & Revue Suisse: Archives des sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLVIIIe. Nr. 190. Genève, Lausanne, Paris, 1873; 8°.

California Academy of Sciences: Proceedings. Vol. IV, Part. 5. 1872. San Francisco, 1873; 8°.

Comitato, R., Geologico d'Italia: Bollettino. Anno 1873. Nr. 9 & 10. Firenze; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nrs. 18—20. Paris, 1873; 4°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: VIII. Band, Nr. 22—23. Wien, 1873; 4°.

Gesellschaft, Deutsche, für Natur- und Völkerkunde Ostasiens: Mittheilungen. 2. Heft. Juli 1873. Yokohama; 4°.

— physikal.-medicin., in Würzburg: Verhandlungen. N. F. V. Band, 2. & 3. Heft. Würzburg, 1873; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 47—48. Wien, 1873; 4°.

Hinrichs, Gustavus, The School Laboratory of Physical Science. Vol. I, Nr. 1; Vol. II, Nr. 1. Iowa-City, Iowa, 1871 & 1872; 8°. — The Elements of Physics. Davenport, Iowa, Leipzig, 1870; 8°. — The Elements of Chemistry and Mineralogy. Davenport, Iowa, Leipzig, 1870; 8°. — The Method of quantitative Induction in Physical Science. Davenport, Iowa, Leipzig, 1872; 8°. — Biographical Sketch of Wilhelm von **Haidinger**. Davenport, Iowa, 1872; 8°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo II, Serie IV^a, Disp. 7^a—8^a. Venezia, 1872—73; 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. **Kolbe**. N. F. Band VII, 9. & 10. Heft. Leipzig, 1873; 8°.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 24. Graz, 1873; 4°.

Mittheilungen, Mineralogische, gesammelt von G. **Tschermak**. Jahrgang 1873, Heft 3. Wien; 4°.

— aus J. **Perthes'** geographischer Anstalt. 19. Band, 1873, Heft XI. Gotha; 4°.

Nature. Nrs. 212—213, Vol. IX. London, 1873; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberti in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VIII, Nr. 6. Torino, 1873; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1873. XXIII. Band, Nr. 3. Wien; 4°. — Verhandlungen. Jahrgang 1873, Nr. 12—14. Wien; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXIII. Band, Jahrg. 1873, December-Heft. Wien; 8°.

Revista de Portugal e Brazil. Nr. 3. Lissabon, 1873; 4°.

„**Revue** politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger." IIIe Année, 2e Série, Nrs. 20—22. Paris, 1873; 4°.

Société Nationale des Sciences naturelles de Cherbourg: Mémoires. Tome XVII (2e Série, Tome VII). Paris & Cherbourg, 1873; 8o. — Catalogue de la Bibliothèque de la Société. IIe Partie, 1re Livraison. Cherbourg, 1873; 8o.

— Botanique de France: Bulletin. Tome XXe. 1873. Comptes rendus des séances. 2. Paris, 1873; 8o.

Society, The American Philosophical: Proceedings. Vol. XII, Nrs. 88—89. Philadelphia, 1872; 8o.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 47–48. Wien. 1873; 4o.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXV. Jahrgang, 14. Heft. Wien, 1873; 4o.

XXIX. SITZUNG VOM 11. DECEMBER 1873.

Der Secretär theilt mit, dass Herr Professor Schmarda an die Stelle des verstorbenen Professors v. Reuss in die Adria-Commission eingetreten ist.

Derselbe legt ferner folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Zur Lehre vom Lichtsinne. II. Mittheilung: Über simultanen Lichtcontrast", vom Herrn Prof. Dr. Ew. Hering in Prag.

„Zur Geschichte des Arbeitsbegriffes", vom Herrn Prof. Dr. E. Mach in Prag.

„Über die Entstehungsweise der Kundt'schen Staubfiguren", vom Herrn Dr. V. Dvořák in Prag, eingesendet von Herrn Prof. Mach.

„Über die Untersalpetersäure und die Constitution der salpetrigsauren Salze." Vorläufige Notiz, vom Herrn Dr. Rud. Günsberg, Prof. an der k. k. technischen Akademie in Lemberg.

Herr Rud. Hoernes überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Geologischer Bau der Insel Samothrake".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

American Chimist. Vol. IV, Nr. 5. Philadelphia, 1873; 4°.

Baeyer, J. J., Astronomische Bestimmungen für die Europäische Gradmessung aus den Jahren 1857—1866. Leipzig, 1873; 4°.

Bericht, Dritter, der ständigen Commission für die Adria, betreffend die Jahre 1870 (für meteorologische Beobachtungen) und 1870—1872 (für maritime Beobachtungen). Wien, 1873; 4°.

— des k. k. techn. & administrat. Militär-Comité: Siehe Mittheilungen.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 21. Paris, 1873; 4°.

Egleston, Thomas, Catalogue of Minerals, with their Formulae and Crystalline Systems. 2ª Edition. New York, 1871; 8°.

Gesellschaft der Wissenschaften, königl. böhmische: Sitzungsberichte. 1873. Nr. 6. Prag; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 49. Wien, 1873; 4°.

Haeckel, Ernst, Zur Morphologie der Infusorien. Leipzig, 1873; 8°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1873, Nr. 14. Wien; 8°.

Mach, E., Optisch-akustische Versuche. Die spectrale und stroboskopische Untersuchung tönender Körper. Prag, 1873; 8°. — Zur Theorie des Gehörorgans. (Zweiter unveränderter Abdruck aus dem 48. Bande der Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathem.-naturw. Classe.) Prag, 1872; 8°.

Mittheilungen des k. k. techn. & administr. Militär-Comité. Jahrgang 1873, 9. & 10. Heft, nebst Bericht über die Thätigkeit und die Leistungen desselben im Jahre 1872. Wien, 1873; 8°.

Nature. Nr. 214. Vol. IX. London, 1873; 4°.

Naval Observatory, The United States: Astronomical and Meteorological Observations made during the Year 1870. Washington 1873; 4°. — Washington Observations for 1870. Appendix III & IV. Washington, 1872; 4°. — Washington Observations for 1871. Appendix II & III. Washington 1872 & 1873; 4°.

Pittei, Costantino, Ricordo del Prof. G. B. Donati. Firenze, 1873; 8°.

Reden, gehalten bei der feierl. Inauguration des für das Schuljahr 1873/4 gewählten Rectors der k. k. technischen Hochschule Dr. Victor Pierre am 10. October 1873. Wien, 1873; 8°.

Report of the Commissioner of Agriculture for the Year 1871. Washington, 1872; 8°.



Report Annual, of the Commissioner of Patents for the Year 1869 (III Vols.), 1870 (II Vols.), 1871 (II Vols.). Washington. 1871—1872; 8°.

Reports, Monthly, of the Department of Agriculture for the Year 1872. Washington, 1873; 8°.

„**Revue** politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'étranger." IIIe Année, 2me Série, Nr. 23. Paris. 1873; 4°.

Ross, A. M., The Canadian Ornithologist: A Monthly Record of Information relating to Canadian Ornithology. Vol. I, Nr. 1. Toronto, 1873; 8°.

Smithsonian Institution: Smithsonian Contributions to Knowledge. Vol. XVIII. City of Washington, 1873; 4°.

Société Géologique de France: Bulletin. 2me Série. Tome XXIX, Nr. 8. Paris, 1872; 8°.

Society, The Royal Geographical, of London: Journal. Vol. XLII. 1872. London; 8°. — Proceedings. Vol. XVII, Nrs. 3—5. London, 1873; 8°.

Surgeon General's Office: The Medical and Surgical History of the War of the Rebellion (1861—65). (2 Vols.) Washington, 1870; 4°.

War Department of the United States of North America: Daily Bulletin of Weather-Reports, Signal-Service United States Army, for the Month of September, 1872. Washington, 1873; 4°.

Wechniakoff, Théodore, Troisième section des recherches sur les conditions anthropologiques de la production scientifique et esthétique. Paris, 1873; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 49. Wien, 1873; 4°.

Zur Lehre vom Lichtsinne.

Zweite Mittheilung[1].

Über simultanen Lichtcontrast.

Von dem w. M. **Ewald Hering**,
Professor der Physiologie in Prag.

§. 8.
Ein Beispiel für den Contrast zwischen Hell und Dunkel.

Um die Wirkung des simultanen Contrastes in recht schlagender Weise mit einfachen Mitteln sichtbar zu machen, halte man einen schmalen Streifen dunkelgrauen Papiers vor einen tiefdunklen Hintergrund und betrachte fest einen irgendwie markirten Punkt des Streifens.

Schiebt man sodann zwischen den Streifen und den dunklen Hintergrund ein grosses Blatt weissen Papiers, so erscheint der Streifen auf dem nunmehr hellen Grunde viel dunkler als zuvor; entfernt man das weisse Papier wieder, so wird der Streifen sofort wieder heller. Der scheinbare Helligkeitswechsel des grauen Streifens ist hiebei höchst auffällig.

Wenn man fest zu fixiren versteht, so ist die Einmischung des successiven Contrastes bei dem Versuche ausgeschlossen. Kleine Schwankungen des Auges, welche sich durch ein plötzliches Dunkler- oder Hellerwerden der Ränder des grauen Streifens verrathen, beeinträchtigen das Wesentliche des Versuches nicht.

---

[1] In §. 6. S. 16, Zeile 6 v. u., meiner ersten Mittheilung ist zu lesen statt zuvor: nicht.

Den dunklen Untergrund kann man sich durch ein grosses Stück schwarzen Sammtes herstellen; den Streifen schneidet man am besten von schwarz durchgefärbtem, nicht glänzendem Papier. Dasselbe ist im Vergleiche zum Schwarz des Sammtes dunkelgrau zu nennen. Das gewöhnlich als grau bezeichnete Papier ist für diesen Versuch, wie auch für die folgenden, bei weitem nicht so zweckmässig, weil es zu hell ist.

Dass der Wechsel der Pupillenweite nicht die wesentliche Ursache der verschiedenen scheinbaren Helligkeit des Papierstreifens ist, lässt sich zeigen, wenn man das eine Auge schliesst, dicht an das andere einen kleinen Schirm mit einer Öffnung anbringt, die kleiner ist als die Pupille bei hellster Beleuchtung, und dann den Versuch wiederholt. Auch vor beide Augen zugleich kann man je einen solchen Schirm mit kleinem Loche anbringen; doch ist dies ziemlich umständlich.

§. 9.

Die beschriebene Contrastwirkung fordert eine physiologische Erklärung.

Die spiritualistische Theorie erklärt den Helligkeitswechsel des grauen Streifens bekanntlich aus einem falschen Urtheile. Die eigentliche Empfindung, welche durch das Netzhautbild des grauen Streifens erzeugt wird, soll ganz dieselbe sein, wenn der Streifen auf hellem, wie wenn er auf dunklem Grunde erscheint, aber unser Urtheil soll anders ausfallen, wenn wir einen hellen, als wenn wir einen dunklen Grund neben dem Streifen sehen, und dieses Urtheil soll die Vorstellung bestimmen, die wir uns von dem Grau des Streifens machen.

Es kommt vor, dass uns ein und derselbe Mensch gross erscheint, wenn wir ihn neben einem viel kleineren, und ein andermal klein, wenn wir ihn neben einem viel grösseren sehen. Wir sind, wie man sagt, nicht im Stande, die Grösse eines Menschen in der Erinnerung so festzuhalten, dass wir den späteren Eindruck mit dem früheren sicher vergleichen und die Gleichheit der Grösse beider Eindrücke festzustellen vermöchten.

Helmholtz [1] führt dieses Beispiel einer Contrastwirkung als ein Analogon für die Erscheinungen des Lichtcontrastes an. Ein und dasselbe Grau erscheint uns nach dieser Auffassung neben Weiss dunkler, neben Schwarz heller, weil wir den ersten

---

[1] Physiol. Optik. S. 393.

Eindruck nicht genügend festzuhalten und seine Identität mit dem zweiten zu erkennen vermögen.

Diesem unvollkommenen Gedächtnisse aber lässt sich zu Hülfe kommen, wenn man den Wechsel des Grundes, auf welchem der graue Streifen erscheint, recht rasch vollzieht. Einige Augenblicke müsste man nach allen sonstigen Erfahrungen die Erinnerung an den ursprünglichen Eindruck doch festhalten können. Aber der Versuch lehrt das Gegentheil. Hat man den grauen Streifen anfangs auf weissem Grunde gesehen und zieht nun plötzlich das weisse Papier weg, so hellt sich ebenso plötzlich der Streifen auf, und schiebt man das weisse Papier rasch wieder vor, so verdunkelt sich der Streifen ganz plötzlich. Diese raschen Änderungen der Empfindung, dieses An- und Abschwellen der Helligkeit, welches als solches empfunden und nicht erst nachträglich erschlossen wird, spricht sehr gegen obige Erklärung. Gesetzt, man habe neben einen Menschen mittlerer Grösse erst einen sehr kleinen gestellt und lasse nun plötzlich an die Stelle des letzteren einen sehr grossen treten, so müsste man den Menschen von mittlerer Grösse im strengsten Sinne des Wortes urplötzlich zusammenschrumpfen sehen, wenn der oben gebrauchte Vergleich wirklich ganz zutreffend sein sollte.

Die Unzulässigkeit einer Erklärung unseres Versuchs aus der Unmöglichkeit einer sicheren Vergleichung des früheren Eindruckes mit dem späteren wird endlich ganz zweifellos, wenn wir den Versuch so abändern, dass die beiden Phasen desselben nicht nacheinander, sondern nebeneinander erscheinen.

Zu diesem Zwecke schneide man sich aus dem grauen (unvollkommen schwarzen) Papiere zwei lange, etwa 4 Mm. breite Streifen, welche jedoch an beiden Enden noch durch ein queres Stück so zusammenhängen, dass der Abstand beider Streifen etwa 12 Mm. beträgt. Diesen Doppelstreifen lege man auf den tiefschwarzen Grund, befestige ihn an beiden Enden und markire auf dem Grunde einen Punkt, der genau in der Mitte zwischen beiden Streifen liegt. Während man nun diesen Punkt fest fixirt, schiebe man ein weisses Blatt, dessen Rand immer parallel zu den Streifen gehalten wird, an letzteren heran und unter dem einen Streifen hindurch bis dicht an den Fixationspunkt.

Wenn man in der Nähe der beiden Befestigungspunkte je ein Stückchen Pappe unter die Streifen schiebt, oder die Enden der Streifen von vornherein auf Pappstückchen klebt, so liegen die Streifen dem Grunde nicht mehr dicht an, und es lässt sich leicht ein Papier unter dieselben schieben.

In dem Augenblicke, wo das weisse Papier unter dem einen Streifen erscheint, verdunkelt sich dieser plötzlich, und man kann nun seine Helligkeit mit der des anderen nach wie vor auf dunklem Grunde erscheinenden direct vergleichen, immer natürlich ohne Verrückung des Fixationspunktes. Die Differenz in der Helligkeit der beiden Streifen ist hier fast ebenso auffallend, wie der Helligkeitswechsel des einen Streifens beim vorigen Versuche, und eine wesentliche Einwirkung des successiven Contrastes ist bei einiger Übung im Fixiren ebenfalls ausgeschlossen.

Demgemäss wird man jetzt nach einer anderen psychologischen Erklärung greifen und sagen müssen, dass die beiden Streifen verschieden erscheinen, weil die scheinbare Helligkeit jedes Streifens nach der Helligkeit des ihn umgebenden Grundes beurtheilt werde, nicht aber nach der des entfernter liegenden anderen Streifens. Die hieraus resultirenden falschen Vorstellungen seien zu zwingend, als dass die wirkliche Gleichheit beider Streifen zur Wahrnehmung kommen könne, obgleich jetzt eine directe Vergleichung ihrer beiderseitigen Helligkeit möglich ist.

Diese Erklärung setzt voraus, dass die Vergleichung der Helligkeiten zweier Netzhautbilder um so unsicherer wird, je weiter dieselben auf der Netzhaut von einander entfernt sind. Offenbar hat diese Annahme schon einen stark physiologischen Beigeschmack denn sie macht das Vergleichungsvermögen des menschlichen Geistes wenigstens mit abhängig von der relativen Lage des zu Vergleichenden auf der Netzhaut. Dass aber gleichwohl auch diese Erklärung unzulässig ist, lehrt der folgende Paragraph. Der darin beschriebene Versuch fusst auf der Überlegung, dass, wenn die beiden, den grauen Streifen entsprechenden Netzhautstellen trotz der gleichen objectiven Helligkeit der Streifen verschieden erregt sind, sie sich auch in Betreff der Nachwirkung dieser verschiedenen Erregung, d. h. im Nachbilde verschieden verhalten müssen. Sehen wir nun, was dieses Nachbild lehrt.

§. 10.
Vom Nachbilde einer Contrastempfindung.

Man schneide sich zwei 3—4 Cm. lange und $^1/_2$ Cm. breite Streifen von dunkelgrauem (unvollkommen schwarzem) nicht glänzendem Papier und lege dieselben auf einen zur Hälfte weissen, zur anderen Hälfte tiefschwarzen Untergrund derart, dass auf jeder Seite der Grenzlinie ein Streifen und zwar parallel der letztern und mindestens 1 Cm. von ihr entfernt zu liegen kommt.

Dann fixire man einen auf der Grenzlinie und zwischen den Streifen gelegenen markirten Punkt $^1/_2$ bis 1 Minute lang. Man bemerkt hierbei zuerst, dass der eine Streifen viel heller erscheint wie der andere, und dass ferner diese auffallende Helligkeitsdifferenz allmälig wieder abnimmt, eine Erscheinung, die erst später besprochen werden kann. Schliesst und verdeckt man sodann die Augen, so bemerkt man entweder sofort oder doch sehr bald das negative Nachbild. Die im Vorbilde helle Hälfte des Grundes erscheint jetzt als die dunklere, die im Vorbilde dunkle als die hellere, und zu beiden Seiten der Grenzlinie erscheinen die Nachbilder der beiden Streifen.

An den letzteren fällt nun sogleich auf, dass sie eine sehr verschiedene Helligkeit zeigen, trotzdem dass die Streifen des Vorbildes objectiv gleich hell waren. Der früher heller erscheinende Streifen ist im Nachbilde der dunklere und umgekehrt, und zwar ist die Helligkeitsdifferenz der Streifen im Nachbilde im Allgemeinen viel grösser, als sie im Vorbilde erschien.

Die psychologische Erklärung dieser verschiedenen Helligkeit der beiden Streifennachbilder müsste ganz analog derjenigen sein, welche oben von der verschiedenen scheinbaren Helligkeit der Streifen im Vorbilde gegeben wurde. Hienach würde sich die Erscheinung daraus erklären, dass die beiden an sich gleich hellen Streifennachbilder deshalb verschieden erscheinen, weil sie auf ungleichem Grunde liegen, der eine auf der zuvor ermüdeten und deshalb nun dunkler, der andere auf der nicht ermüdeten und deshalb heller empfindenden Netzhauthälfte.

Unverträglich hiermit erscheint zunächst die Thatsache, dass die Helligkeitsdifferenz der beiden Streifen im Nachbilde grösser ist als im Vorbilde. Denn ihre verschiedene Helligkeit soll ja hier wie dort nur resultiren aus der verschiedenen Helligkeit beider Hälften des Grundes; je grösser letztere Verschiedenheit, desto grösser muss nach der psychologischen Erklärung auch die der Nachbilder sein und umgekehrt. Wenn also die Helligkeitsdifferenz der Streifen im Nachbilde grösser ist, als im Vorbilde, so müsste auch die Helligkeitsdifferenz der Grundhälften gleichzeitig immer grösser erscheinen. Letzteres aber ist nicht der Fall. Überhaupt zeigt sich, sobald man nur darauf achtet, dass im Nachbilde die Helligkeits-Differenz der Streifen gar nicht immer gleichzeitig mit der Helligkeitsdifferenz der Grundhälften wächst .und abnimmt, sondern man erkennt sofort, dass eine gewisse gegenseitige Unabhängigkeit beider Helligkeitsdifferenzen besteht. Bekanntlich verklingen die negativen Nachbilder allmälig, tauchen wieder auf, verschwinden wieder u. s. f. Diese verschiedenen Phasen laufen aber nicht in allen Theilen eines zusammengesetzten Nachbildes gleichzeitig ab, sondern ein Theil verblasst eher und erscheint zu anderer Zeit wieder als der andere, und zwar erfolgt dies alles nicht regellos, sondern, wie später gezeigt werden wird, nach ganz bestimmten Gesetzen. So verhält es sich nun auch bei unserem Nachbilde, und man erkennt hiebei, dass die Grundvoraussetzung der oben gegebenen psychologischen Erklärung gar nicht erfüllt ist, weil die Zu- und Abnahme der Helligkeitsdifferenz der Streifen im Nachbilde gar nicht derjenigen der Grundhälften parallel geht, sondern bald langsamer oder schneller als diese, bald sogar in entgegengesetzter Richtung verläuft.

Daher lässt sich sogar bei jedem Versuche wiederholt beobachten, dass die Helligkeitsdifferenz der Streifen im Nachbilde eine zeitlang grösser ist als die der Grundhälften, dass also das hellere Streifennachbild noch heller erscheint als die helle Hälfte des Grundes, das dunkle noch dunkler als die dunkle Grundhälfte. Dies lässt sich in keiner Weise als eine Contrasterscheinung im psychologischen Sinne auffassen. Wie paradox eine solche Auffassung wäre, wird

recht anschaulich, wenn man wieder auf das oben erwähnte Beispiel einer Contrastwirkung zurückgreift. Man denke sich zwei ganz gleich grosse Menschen (die beiden angeblich gleichen Erregungszustände oder Empfindungen der Streifen im Nachbilde) und zwar nicht weit von einander stehend; ferner neben dem einen noch einen oder mehrere Riesen (die Helligkeit der helleren Grundhälfte), neben dem anderen noch einen oder mehrere Zwerge (die Dunkelheit der dunkleren Grundhälfte). Unter solchen Umständen wäre es zwar denkbar, dass der zwischen den Riesen stehende mittlere Mensch etwas kleiner erschiene als der gleich grosse bei den Zwergen stehende; undenkbar aber ist es, dass dieser scheinbare Grössenunterschied der beiden gleich grossen mittleren Menschen grösser werden könne, als der wirkliche Grössenunterschied zwischen den Riesen und Zwergen selbst, und dass also der neben den Zwergen stehende mittlere Mensch im Contraste zu diesen noch grösser erscheinen könne als die nicht weit davon befindlichen Riesen, und der neben letzteren stehende mittlere Mensch noch kleiner als die Zwerge. Vom Standpunkte der psychologischen Theorie ist es durchaus gestattet, diese Parallele zwischen Grössencontrasten und Helligkeitscontrasten zu ziehen, denn jene Theorie erklärt ja beide aus demselben psychologischen Gesetze.

Vollends aber wird der psychologischen Erklärung aller Boden durch folgende Thatsache entzogen.

Wenn die Lebhaftigkeit des Nachbildes schon etwas nachgelassen hat, tritt ein- oder mehrmal eine Phase desselben ein, bei welcher die Helligkeitsdifferenz der Grundhälften ganz verschwindet, doch aber die beiden Streifennachbilder ganz deutlich erscheinen, und zwar das eine heller und das andere dunkler als der rechts und links gleichhelle Grund. Hier kann also von Contrastwirkung überhaupt nicht mehr die Rede sein, weil die conditio sine qua non derselben, nämlich die verschiedene Helligkeit des Grundes, gar nicht mehr vorhanden ist.

Dies beweist nun, dass die verschiedene Helligkeit der Streifennachbilder ihren Grund in einem verschiedenen Erregungszustande der entsprechenden Netzhautstellen haben muss, und hieraus folgt wieder, dass diese beiden Netzhautstellen auch



während der Betrachtung des Vorbildes verschieden erregt wurden; denn die verschiedene Nachwirkung fordert hier auch eine verschiedene Vorwirkung, und es wäre durchaus nicht einzusehen, warum die beiden Netzhautstellen, wenn sie durch das Vorbild ganz gleich erregt worden wären, im Nachbilde eine so verschiedene Erregung und zwar in ganz gesetzmässiger Weise zeigen sollten. Somit kommen wir schliesslich zu dem Ergebniss, dass im Vorbilde die objectiv gleichen Streifen deshalb verschieden hell erscheinen, weil die beiden entsprechenden Netzhautstellen[1] sich wirklich in verschiedener Erregung befinden.

Es ist bemerkenswerth, dass bei dem beschriebenen Nachbildversuche die etwaige Ungeübtheit des Beobachters im Fixiren die wesentlichen Erscheinungen beeinträchtigen, nicht aber sie begünstigen oder gar selbst hervorrufen könnte. Gesetzten Falls nämlich, der Blick schwankte bei Betrachtung des Vorbildes erheblich hin und her, so würde die Netzhautstelle, welche nur durch das Licht des grauen Streifens auf weissem Grunde gereizt werden soll, zugleich Licht von den anstossenden Theilen dieses weissen Grundes empfangen und also stärker „ermüdet" werden, als dies bei strenger Fixation der Fall wäre. Umgekehrt würde die Netzhautstelle, welche das Bild des anderen Streifens trägt, weniger ermüdet werden, als bei strenger Fixation. Da nun nach der Ermüdungstheorie stärker ermüdete Netzhautstellen im geschlossenen Auge dunkler erscheinen als minder ermüdete, so müsste das Nachbild des auf hellem Grunde liegenden Streifens als das dunklere erscheinen, während doch das Gegentheil der Fall ist. Dieser Umstand macht den beschriebenen Versuch besonders werthvoll und beweisend, und muss den Anfänger, der etwa das oben Angegebene nicht gleich bestätigen könnte, zu dem Bedenken veranlassen, ob er nicht durch schlechtes Fixiren den Erfolg des Versuches selbst vereitelt hat.

Was den Einwand betrifft, dass derlei Versuche in ihren Resultaten viel zu wechselnd und unsicher seien, um grosse Beweiskraft zu haben, so muss er ganz entschieden zurückgewiesen werden, denn ich habe alle hier beschriebenen Versuche nicht blos selbst angestellt, sondern auch von verschiedenen Laien wiederholen lassen. Der Geübte sieht freilich mehr als der Anfänger, aber die Hauptsachen sieht auch der Anfänger sogleich, wenn er nur einigermassen zu beobachten versteht. Unsicherheit und Zufälligkeit der auf die oben beschriebene Weise erzeugten Nachbilder kann auch nicht zugegeben werden, denn dieselben folgen ganz strengen Gesetzen, und wenn man einmal das Zufällige auszuscheiden gelernt hat, so kann man jeden intelligenten Laien solche Versuche anstellen lassen. Wenn

[1] Vergl. meine Anmerkung zu §. 3. S. 9 meiner ers

Ophthalmologen behaupten, sie erhielten nie deutliche Nachbilder, so beweist dies nur, dass sie sich solche nie methodisch erzeugt haben. Als es sich noch nicht von selbst verstand, dass jeder Anatom oder Physiologe unter dem Mikroskop zu beobachten verstehen müsse, wurde auch häufig von denen, die selbst nicht mikroskopiren konnten, gegen die Resultate der mikroskopischen Forschungen eingewandt, dieselben seien zu unsicher und durch zu viele Fehlerquellen getrübt, als dass man ihnen Zutrauen schenken dürfe.

Sollte jemand bei dem oben beschriebenen Versuche nicht sogleich alles das sehen, was ich beschrieben habe, so wird er doch sogleich einiges davon sehen und dann sehr bald auch das Übrige, wenn er sich nur die Mühe nimmt, den Versuch öfter, bei verschiedenen Beleuchtungen und mit grauem Papiere von verschiedenen Helligkeiten anzustellen. Den zu diesen Versuchen nöthigen Sinn für Hell und Dunkel hat Jeder, der nicht augenkrank ist. Wo freilich der Farbensinn ins Spiel kommt, trifft man grössere individuelle Verschiedenheiten.

Die oben beschriebenen einfachen Versuche gestatten die mannigfachsten Abänderungen. Ich habe eine Form für dieselben gesucht, in welcher sie jeder mit möglichst einfachen Mitteln sofort anstellen kann. Die Wenigen, welche gegenwärtig der spiritualistischen Theorie des Contrastes nicht beipflichten, werden vielleicht meinen, dass es viele andere Versuche gebe, welche jene Theorien ebenso zwingend widerlegen. Ich muss aber bemerken, dass alle mir bisher bekannt gewordenen Versuche oder vielmehr die Beschreibungen derselben, sich doch, wenn auch oft gezwungener Weise, irgend einer von jenen psychologischen Erklärungen unterwerfen lassen, welche die Spiritualisten so erfinderisch entwickelt haben. Ich lege deshalb Gewicht darauf, die Versuche so eingerichtet zu haben, dass sie die psychologische Erklärung geradezu ad absurdum führen, d. h. dass die Bedingung, von welcher nach der psychologischen Erklärung die Contrastwirkung abhängen soll, in diesem Falle gar nicht gegeben ist, während doch die Wirkung selbst deutlich hervortritt.



§. 11.

Der simultane Contrast beruht darauf, dass die Lichtempfindung einer Netzhautstelle nicht blos von der Beleuchtung der letzteren, sondern auch von der Beleuchtung der übrigen Netzhaut abhängt.

Der vorige Paragraph hat bewiesen, dass die Netzhautstelle, welche vom Lichte des auf weissem Grunde gelegenen Streifens beleuchtet wurde, anders empfand, als die vom gleich hellen Lichte des Streifens auf schwarzem Grunde beleuchtete. Diese Verschiedenheit der Empfindung bei gleichem Reize konnte, wie gezeigt wurde, nur darauf beruhen, dass die Erregung der fraglichen Netzhautstelle nicht blos von ihrer eigenen Beleuchtung, sondern zugleich von der Beleuchtung der umgebenden Netzhaut abhing. Die heutige Physiologie ist gewöhnt, die verschiedene Stärke der Reaction, welche auf gleich starke Reizung eines Organes erfolgen kann, aus einer verschiedenen Erregbarkeit des letzteren zu erklären. Im Anschluss an diese Auffassung könnte man auch sagen, dass die Contrastwirkung darauf beruhe, dass die Erregbarkeit und demnach mittelbar auch die Erregung einer Netzhautstelle eine Function der gleichzeitigen Beleuchtung der übrigen Netzhaut oder wenigstens der Nachbarstellen sei. Hienach würde uns der graue Streifen auf weissem Grunde deshalb dunkler erscheinen, als auf schwarzem Grunde, weil die Erregbarkeit der entsprechenden Netzhautstelle durch gleichzeitige starke Beleuchtung ihrer Umgebung herabgesetzt wird.

Eine eigentliche Erklärung ist damit zwar nicht gegeben, aber die Ursache der Contrastwirkung wird durch diese Auffassung wenigstens auf physiologischen Boden verlegt und mit anderen bekannten Thatsachen der Physiologie in Analogie gebracht.

Dem entsprechend drückte J. K. Becker[1] das Gesetz der Contrastwirkung folgendermassen aus: „Irgend ein Theil der Netzhaut ist für neue Lichteindrücke empfänglicher, wenn die

[1] Poggendorff, Annal. d. Physik. Ergänzungsbd. V. S. 305.

Umgebung nur schwache Lichteindrücke empfängt, als wenn sie stärkere empfangen würde.“ Mach hingegen nimmt nicht eine Hemmung der Erregbarkeit an, sondern eine Hemmung des Abflusses der Erregung ins Sensorium. Er sagt nämlich [1]: „Es ist nicht unwahrscheinlich, dass von der Erregung einer Netzhautstelle desto mehr oder weniger in das Sensorium abfliessen könne, je weniger beziehungsweise mehr die ganze Netzhaut errregt ist“.

„Die Erregungen zweier Stellen versperren sich sozusagen gegenseitig den Abfluss ins Sensorium“.

Das Wesentliche dieser Bemerkungen Becker's und Mach's scheint mir jedoch lediglich darin zu liegen, dass sie nach einer physiologischen Erklärung suchen. Im Übrigen kann ich weder der einen noch der anderen Auffassung ganz beipflichten.

§. 12.

Der simultane Contrast als negative Lichtinduction.

Erinnern wir uns desjenigen, was ich in meiner ersten Mittheilung über die successive Lichtinduction vorgebracht habe, so ergibt sich eine interessante Beziehung zwischen dieser und dem simultanen Contraste.

Auch die Erscheinungen der successiven Lichtinduction lehrten uns, dass die Empfindung einer Netzhautstelle nicht blos von ihrer eigenen Beleuchtung, sondern auch von der Beleuchtung ihrer Nachbarn abhängt. Es verrieth sich das bei der successiven Lichtinduction dadurch, dass eine gar nicht oder nur äusserst schwach beleuchtete Netzhautstelle, deren Umgebung stark beleuchtet wurde, im negativen Nachbilde eine viel stärkere Helligkeit zeigte, als eine solche, deren Nachbarn zuvor nicht beleuchtet wurden. Die Contrasterscheinungen haben uns umgekehrt gelehrt, dass die Helligkeitsempfindung einer schwach beleuchteten Netzhautstelle herabgemindert wird, wenn ihre Umgebung stärker beleuchtet wird.

---

[1] Mach, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. 57. Bd. 1868. S. 11.

Der Herabsetzung der Helligkeitsempfindung oder „Erregung" während der Betrachtung des Vorbildes entspricht nun die Steigerung der Helligkeitsempfindung oder Erregung im Nachbilde, und die successive Lichtinduction erscheint somit als Gegensatz der simultanen Contrastwirkung, als die in ihr Gegentheil umgeschlagene Wirkung des Simultancontrastes. Umgekehrt könnte man die simultane Contrastwirkung als simultane negative Lichtinduction bezeichnen.

Hienach liegt es auch sehr nahe, einen innigen causalen Zusammenhang zwischen beiden Erscheinungen anzunehmen und die während der Dauer des Contrastes stattfindende Herabminderung der Helligkeitsempfindung (Erregung oder Erregbarkeit) geradezu als die Ursache der nachher eintretenden Steigerung anzusehen.

Durch den von mir früher gegebenen Nachweis, dass die successive Lichtinduction einen physiologischen Grund haben muss, erlangt nun auch die Forderung einer physiologischen Erklärung des simultanen Contrastes noch grössere Berechtigung, denn man könnte aus den Thatsachen der successiven Lichtinduction, wenn man dieselbe als physiologisch begründet ansieht, die Erscheinungen des simultanen Contrastes a priori ableiten.

§. 13.

Die simultane Contrastwirkung nimmt ab mit dem gegenseitigen Abstande der contrastirenden Netzhautstellen.

Die Untersuchung der successiven Lichtinduction lehrte, dass die Helligkeit des inducirten Lichtes abnahm mit der Entfernung von derjenigen Stelle, von welcher aus das Licht inducirt wurde. Bei der Beziehung, welche wir soeben zwischen successiver Lichtinduction und simultanem Contraste gefunden haben, können wir nun schliessen, dass auch die Contrastwirkung oder negative Lichtinduction abnehmen werde mit der Entfernung von derjenigen Netzhautstelle, von welcher aus das

negative Licht oder die Verdunklung inducirt wird. Zum Beweise dafür, dass es sich wirklich so verhält, will ich einen einzigen, leicht zu improvisirenden Versuch anführen; denn der Satz selbst wird weder von den Spiritualisten noch von den Vertretern der physiologischen Hypothese bestritten, und mancherlei Beweise für denselben sind von verschiedenen Seiten bereits beigebracht worden.

Man lege zwei 4 Cm. lange und $^1/_2$ Cm. breite Streifen dunkelgrauen Papiers auf einen tiefdunklen Grund parallel nebeneinander (bei einem gegenseitigen Abstande von etwa 1 Cm. In der Mitte und auf mittlerer Höhe zwischen beiden Streifen mache man auf dem Grunde eine Marke. Nachdem man dann seine Augen einige Zeit geschlossen gehalten hat, fixire man diese Marke und schiebe ein grosses weisses Blatt von der Seite bis dicht an den einen Streifen heran. Man wird bemerken, dass dieser Streifen fortan deutlich dunkler erscheint, als der andere. Zur Controle schiebe man dann das weisse Blatt von der anderen Seite her an den anderen Streifen, und sofort wird dieser als der dunklere erscheinen. Ob man gleichzeitig mit der Verdunklung des einen Streifens auch eine Veränderung des andern bemerkt oder nicht, ist hier vorerst gleichgültig; denn der Versuch beweist jedenfalls, besonders wenn man ihn etwas variirt, dass die Contrastwirkung in der Nähe stärker ist, als bei grösserem Abstande.

Wenn man sich übrigens in der Beobachtung kleinerer Helligkeitsunterschiede einigermassen geübt hat oder auch nur auf die Erscheinungen des simultanen Contrastes zu achten anfängt, so findet man allenthalben Bestätigungen des erwähnten Satzes. Man lege z. B. ein kleines weisses Papierschnitzel auf einen tiefschwarzen Grund und fixire, nachdem man seine Netzhäute etwas ruhen gelassen hat, einen Punkt des Schnitzels; dann sieht man ganz deutlich, dass der Grund in unmittelbarer Nähe des Schnitzels deutlich schwärzer erscheint als die übrige Fläche. Dieses tiefere Schwarz erstreckt sich viel weiter als das bei einiger Übung sehr kleine Gebiet, innerhalb dessen das Bild des Schnitzels sich wegen der kleinen Schwankungen der Augen verschiebt, so dass das tiefere Schwarz der Umgebung des Schnitzels sich nicht aus dem successiven Con-



traste erklären lässt. Doch darf man, besonders bei starker Beleuchtung, die Betrachtung nicht zu lange fortsetzen, weil sich dann die Erscheinungen der simultanen positiven Lichtinduction einmischen, welche erst später zu besprechen sein werden.

Der hier nachgewiesene Parallelismus zwischen der simultanen Contrastwirkung und der successiven Lichtinduction lässt sich übrigens noch anderweit nachweisen, doch kann dies erst später erörtert werden.

§. 14.

Schlussbemerkungen.

Es ist von besonderem Interesse, dass wir in der Beobachtung der successiven Lichtinduction ein neues Mittel gefunden haben, um den simultanen Contrast zu untersuchen, wenn auch nur in seinen Nachwirkungen. Diese Nachwirkungen, da sie in gesetzmässiger Beziehung stehen zu ihren Vorwirkungen, nämlich den Contrastwirkungen, lassen uns allerlei Schlüsse auf die letzteren machen. Dies ist besonders deshalb von Wichtigkeit, weil die Nachbilder des geschlossenen Auges eine in vielen Beziehungen reinere, von Nebenumständen weniger beeinflusste Beobachtung gestatten, als die Bilder des offenen Auges. Im Nachbilde eines Papierstreifens z. B. sehe ich nicht das Korn des Papiers, nicht seine kleinen Knickungen oder Biegungen, nicht Staubkörner oder Fasern, mit einem Worte, ich sehe nicht ein *Papier*, welches sich von seinem Grunde abhebt, sondern nur ein *Stück Sehfeld, welches anders leuchtet als seine Umgebung*.

Alle die rein mechanisch erfolgenden Associationen, welche durch die oben angeführten Nebenumstände ausgelöst werden, fallen im Nachbilde weg; die Helligkeit und Färbung des Streifens fesselt allein meine Aufmerksamkeit. Ähnlich wie die Nachbilder verhalten sich in dieser Beziehung die rotirenden Scheiben, weil sie viel homogenere Lichtflächen geben, als andere Objecte. Deshalb lassen sich auch, wie bekannt, Beobachtungen über Helligkeitsunterschiede und Contraste an solchen Scheiben viel besser anstellen als mit den oben beschriebenen Methoden. Gleichwohl habe ich es vorgezogen, zunächst

nur solche Versuche vorzuführen, welche jeder ohne besondere Apparate anstellen kann. Wer die Erscheinungen des simultanen Contrastes an rotirenden Scheiben oder Cylindern untersuchen will, findet hiezu in Mach's Abhandlungen „über die Wirkung der räumlichen Vertheilung des Lichtreizes auf die Netzhaut"[1] die beste Anleitung.

Die von ihm angestellten Versuche, welche sich (stofflich, wenn auch nicht intellectuell) an einen von Helmholtz[2] angegebenen Versuch anschliessen, sind, soviel ich sehe, das Beste und Exacteste, was bisher auf diesem Gebiete geleistet wurde, und ich werde später vielfach darauf zurückzukommen haben. Mach fordert, wie ich schon oben erwähnte, für die von ihm aufgestellten Gesetze der Contrastwirkungen ebenfalls eine physiologische Erklärung, ich glaube aber nicht, dass in dem von Mach beigebrachten interessanten Versuchsmaterial, aus welchem er jene Gesetze abstrahirt, für die Spiritualisten eine zwingende Veranlassung liegen wird, ihre Theorie aufzugeben; denn die Gesetze Mach's sagen im Grunde auch nichts anderes aus, als was die spiritualistische Theorie ebenfalls annimmt, wenn auch nicht auf Grund einer so exacten Untersuchung, nämlich: dass Helles und Dunkles oder Helleres und minder Helles sich gegenseitig heben und zwar umsomehr, je grösser ihr Helligkeitsunterschied ist und je näher sie einander sind. Wenn sich dies, wie die Spiritualisten meinen, sozusagen von selbst versteht, weil es als eine Eigenthümlichkeit des menschlichen Geistes keiner weiteren Erklärung bedarf, oder keiner solchen zugänglich ist, so sind eben auch alle Beobachtungen Mach's damit erklärt, denn sie lassen sich sämmtlich a priori aus obigem Satze ableiten.

Ebensowenig glaube ich, dass die oben beschriebenen Versuche, obwohl ich ihnen zwingende Beweiskraft zuerkenne, hinreichen werden, um eine so weit verbreitete und tief eingewurzelte Theorie zu verdrängen. Dies kann nicht durch einzelne Gegenversuche, sondern nur durch eine andere Theorie geschehen, welche nicht blos die simultanen Contrastwirkungen, sondern

---

[1] Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. 52.—57. Bd.
[2] Physiologische Optik, S. 413.

das ganze grosse Gebiet der Lichtempfindung umfasst und dadurch, dass sie alle wesentlichen Thatsachen dieses Gebietes unter einen und zwar physiologischen Gesichtspunkt bringt, den Beweis liefert, dass sie der Wahrheit näher liegt, als die jetzige Theorie der Gesichtsempfindungen, welche aus physiologischen Hypothesen und spiritualistischen Erklärungen zusammengewürfelt ist.

XXX. SITZUNG VOM 18. DECEMBER 1873.

Der Präsident gibt Nachricht von dem am 14. December erfolgten Ableben des ausländischen correspondirenden Mitgliedes, des Herrn Louis Agassiz.

Sämmtliche Anwesende geben ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Zur Lehre vom Lichtsinne. III. Mittheilung: Über simultane Lichtinduction und über successiven Contrast", vom Herrn Prof. Dr. Ew. Hering in Prag.

„Über Reflexe auf die Athmung, welche bei der Zufuhr einiger flüchtiger Substanzen zu den unterhalb des Kehlkopfes gelegenen Luftwegen ausgelöst werden", vom Herrn Prof. Dr. Ph. Knoll in Prag.

„Untersuchungen über Tasthaare". III., vom Herrn M. J. Dietl, Assistenten am physiologischen Institute in Innsbruck.

„Über die Construction der einander eingeschriebenen Linien zweiter Ordnung. II. Den Kegelschnitten eingeschriebene Kreise", vom Herrn Prof. Rud. Niemtschik in Wien.

Herr Dr. Leop. Jos. Fitzinger überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Die Gattungen der Familie der Hirsche *(Cervi)* nach ihrer natürlichen Verwandtschaft."

Herr Prof. Dr. S. L. Schenk legt eine Abhandlung: „Die Eier von *raja quadrimaculata* (Bonap.) innerhalb der Eileiter", vor.

Herr Dr. J. Nowak übergibt eine von ihm gemeinschaftlich mit Herrn Dr. Kratschmer verfasste Abhandlung: „Über die Phosphorsäure als Reagens auf Alkaloide".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia, R., delle Scienze di Torino: Atti. Vol. VIII. Disp. 1ª—6ª. Torino, 1872/3; 8⁰.

Alpen-Verein, österr.: Jahrbuch. 9. Band. Wien, 1873; 8⁰.

Anales del Observatorio de marina de San Fernando. Seccion 2ª. Observaciones meteorologicas. Año 1871. San Fernando; 4⁰.

Annalen der Chemie & Pharmacie, von Wöhler, Kopp, Erlenmeyer & Volhard. N. R. Band 94, Heft 1 & 2. Leipzig & Heidelberg, 1873; 8⁰.

Apotheker-Verein, allgem. österr. Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). 11. Jahrgang, Nr. 35. Wien, 1873; 8⁰.

Arbeiten des kais. botan. Gartens zu St. Petersburg. Band II, 2. Lieferung. St. Petersburg, 1873; 8⁰. (Russisch.)

Astronomische Nachrichten. Nr. 1966—1968 (Bd. 82. 22—24.) Kiel, 1873; 4⁰.

Bericht über die Verhandlungen des internationalen Meteorologen-Congresses zu Wien. (2.—16. Sept. 1873). Wien, 1873; 4⁰.

Bořický, Em., Petrographische Studien an den Basaltgesteinen Böhmens. (Die Arbeiten der geologischen Abtheilung der Landesdurchforschung von Böhmen. II. Theil.) Prag, 1873; 4⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXVII, Nr. 22. Paris, 1873; 4⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö. Wochenschrift. XXXIV. Jahrgang, Nr. 50. Wien, 1873; 4⁰.

Ilyenkow, P. A., Notice sur la composition chimique du Tschernozème. St.-Pétersbourg, 1873; 4⁰.

Jena, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1872/3. 4⁰ & 8⁰.

Landbote, Der steirische. 6. Jahrgang, Nr. 25. Graz, 1873; 4⁰.

Moniteur scientifique du Dteur Quesneville. 384ª Livraison. Paris, 1873; 4⁰.

Museums-Verein in Bregenz: XIII. Rechenschafts-Bericht. Bregenz, 1873; 4⁰.

Nature. Nr. 215, Vol. IX. London, 1873; 4⁰.

Regel, E., *Descriptiones plantarum novarum in regionibus Turkestanicis a cl. viris Fedjenko, Korobkow, Kuschakewicz et Krause collectis etc. Petropoli, 1873; 8⁰.*

Revista de Portugal e Brazil. Nr. 4. Novembro de 1873. Lisboa; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'étranger“. IIIe Année, 2me Série, Nr. 24. Paris, 1873; 4°.

Schultz, Alexandre, Notice sur les pêcheries et la chasse aux phoques dans la Mer Blanche, l'Océan Glacial et la Mer Caspienne. St.-Pétersbourg, 1873; 4°.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. 1873. Disp. 7ª & 8ª. Palermo; 4°.

Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux: Mémoires et Bulletins. 1873, 1er & 2me Fascicules. Bordeaux; 8°.

Society, The Royal, of London: Philosophical Transactions for the Year 1872. Vol. 162, Part II. London; 4°. — Proceedings. Vol. XXI, Nrs. 139—145. London, 1872—73; 8°. — List of Members. November 1872. 4°.

Socoloff, Nicolas, Analyses de quelques espèces de champignons comestibles. St.-Pétersbourg, 1873; 4°.

Soudakévicz, Théodore, Notice sur le progrès de la pisciculture en Russie. St.-Pétersbourg, 1873; 4°.

Tübingen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1871/2. 4° & 8°.

Werekha, P. N., Notice sur les forêts et leurs produits en rapport avec la superficie totale du territoire et avec la population. St.-Pétersbourg, 1873; 4°.

Weschniakoff, W., Notice sur l'état actuel de l'industrie domestique en Russie. St.-Pétersbourg, 1873; 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIII. Jahrgang, Nr. 50. Wien, 1873; 4°.

Yermolow, Al. S., Recherches sur les gisements de phosphate de chaux fossile en Russie. St -Pétersbourg, 1873; 4°.

Zaviziano, Costantino, Corografia preistorica. Appendice al II^{do} volume sugli avvenimenti preistorici. Napoli, 1873; 8°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIV. Jahrgang. 15. Heft. Wien, 1873; 4°.



Über die Phosphorsäure als Reagens auf Alkaloide.

Von Dr. J. Nowak und Dr. Kratschmer.

Bekanntlich hat zuerst Hasselt die Phosphorsäure als Reagens auf Aconitin empfohlen. Dieses Alkaloid wird nämlich nach seiner Angabe beim vorsichtigen Erwärmen in einem Uhrgläschen mit 1—2 CC. officineller Phosphorsäure allmälig röthlich und dann, sehr behutsam weiter erhitzt, violett. Otto bemerkt hiezu, dass Digitalin und Delphinin eine ähnliche Reaction geben, sich aber von demselben durch ihre Schwefelsäure-Bromwasser-Reaction unterscheiden. Bezüglich des Verhaltens der anderen Alkaloide zu Phosphorsäure finden sich in der Literatur keine weiteren Angaben.

Wir haben deshalb dieses Verhalten zum Gegenstande vorliegender Untersuchung gemacht, geleitet von dem naheliegenden Gedanken, dass concentrirte Phosphorsäure in einzelnen Fällen vielleicht ähnliche Reactionen geben könnte, wie dies von der Schwefelsäure bekannt ist. Es musste sich dann auch ergeben, ob denn die Hasselt'sche Aconitin-Reaction in der That charakteristisch sei oder nicht.

Zu unseren Versuchen nahmen wir etwa 1 Mgrm. des Alkaloides, setzten hiezu 1—2 Tropfen reiner (arsenfreier) möglichst concentrirter Phosphorsäure und erwärmten in einem Uhrgläschen über einer Bunsen'schen Flamme vorsichtig, damit nicht vorzeitig Verkohlung eintrete. Wir erhielten auf diese Weise die nachstehenden Resultate:

Aconitin löst sich farblos, bei fortschreitendem sehr vorsichtigen Erwärmen des dicklich gewordenen Tropfens tritt ein gefärbter Ring auf, dessen äusserer Rand blau, dessen innerer röthlichbraun erscheint. Beim weiteren vorsichtigen Erhitzen wandelt sich der Ring zu einer Scheibe um, deren Centrum

röthlichviolett ist, während die Ränder blau bleiben. Noch weiteres Erwärmen verdunkelt die Farben in nicht mehr charakteristische Nüancen. — Erhitzt man so weit, dass der Tropfen eine bräunliche, ganz dick gewordene Masse vorstellt, so verbreitet sich ein eigenthümlich aromatischer, rasch vorübergehender Geruch.

Strychnin löst sich farblos; nach längerem Erhitzen treten bläulichviolette Punkte auf, die sich dann zu einem bräunlichvioletten Ringe oder Tropfen vereinigen. Auch hier ist die äussere Peripherie blauviolett, die centralen Partien gelblichbraun oder röthlich.

Brucin löst sich leicht zu einer farblosen Flüssigkeit, welche mit fortschreitendem Erwärmen anfangs blassgelblich, hierauf röthlichbraun, dann aber schön grüngelb und schliesslich wieder braungelb wird. Hat man sehr vorsichtig erhitzt, bis die Flüssigkeit eben gelblich zu werden beginnt, so gelingt es bei einiger Übung und Aufmerksamkeit, einen Zeitpunkt zu treffen, in welchem man in dem gelben Tropfen einen schönen, zart rosenrothen Ring oder Fleck wahrnimmt, wenn man das Uhrglas auf eine weisse Unterlage stellt.

Morphin löst sich ziemlich schwer zu einer Flüssigkeit, die farblos, nach längerem Erhitzen hellviolett, dann bräunlich wird.

Codeïn löst sich farblos, leicht schon in der Kälte; beim Erwärmen erscheint der Saum des Tropfens bläulichviolett. Man muss beim Erhitzen sehr vorsichtig sein, sonst tritt leicht Verkohlung ein.

Narceïn löst sich farblos; beim Erwärmen werden zunächst die Ränder, alsbald der ganze Tropfen grünlichgelb. Vom Rande her tritt dann gegen die Mitte zu eine anfangs schön röthliche, dann etwas bräunliche Färbung auf. Die Reaction ist sehr empfindlich: ein winziges Kryställchen ruft noch die angeführte Färbung hervor. Durch Ammoniak wird die rothe und rothbraune Farbe wieder in Gelb verwandelt.

Narcotin löst sich schwierig zu einer farblosen Flüssigkeit, die beim Erhitzen anfangs schwach violett, dann violettbraun und schliesslich bräunlich wird. Beim Beginne der Braunfärbung wird ein angenehmer, dem des Steinklee ähnlicher



Geruch wahrnehmbar, der sich ziemlich lange hält. Die Farbenreaction hat mit der des Aconitin einige Ähnlichkeit.

Thebaïn löst sich erst in der Wärme anfangs farblos, dann mit goldgelber Farbe, welche sehr lange Zeit anhält und erst bei weiterem Erhitzen ins Schmutzigviolette übergeht.

Papaverin löst sich anfangs farblos, wird beim weiteren Erwärmen schmutziggelblich, dann schmutzigbräunlich. Sobald die Braunfärbung stärker wird, tritt ein ähnlicher, jedoch viel schwächerer Geruch auf, wie bei Narcotin.

Porphyroxin löst sich ziemlich schwierig. Beim Erhitzen wird der Tropfen am Rande anfangs röthlich, dann violett, zuletzt dunkelbraun. — Sobald man zu erhitzen beginnt, wird ein sehr charakteristischer Geruch nach gedörrten Zwetschken wahrnehmbar.

Caffeïn löst sich farblos und erhält sich so auch beim weiteren Erhitzen bis zur beginnenden Verkohlung.

Theobromin wie Caffeïn.

Chinin zeigt beim Auflösen in Phosphorsäure dieselbe Fluorescenz, wie seine Lösungen mit verdünnter Schwefelsäure. Durch weiteres Erhitzen geht die Fluorescenz verloren und die Farbe des Tropfens wird zuerst grün, dann gelb, endlich braun.

Chinidin wie Chinin.

Cinchonin und Cinchonidin wie Caffeïn.

Veratrin löst sich farblos, wird beim Erhitzen zuerst am Rande, später überall prachtvoll roth. Bei genauerer Betrachtung zeigen sich die gefärbten Stellen dichroitisch: sie sind im auffallenden Lichte grün.

Sabadillin verhält sich genau so wie Veratrin.

Colchicin löst sich mit grüngelber Farbe, die auch beim weiteren Erwärmen anhält, bis Verkohlung eintritt.

Emetin löst sich mit gelber Farbe, welche beim Erwärmen dunkler wird.

Delphinin löst sich farblos; beim Erhitzen werden zuerst die Ränder, dann der ganze Tropfen röthlich, ins Violette ziehend. Bewegt man das Uhrgläschen hin und her, so gewahrt man sofort einen sehr schönen Dichroismus: im auffallenden Lichte ist die Farbe papageigrün, im durchfallenden pfirsichroth.

Atropin löst sich farblos und erhält sich so bis zur beginnenden Verkohlung. Während des Erhitzens tritt ein sehr intensiver und charakteristischer Geruch (nach Jasmin) auf.

Bebeerin löst sich gelb, wird beim Erwärmen braun.

Digitalin löst sich schwierig und erst in der Wärme mit gelber Farbe, wird dann an den Rändern schmutzig braunviolett.

Solanin löst sich schwierig, anfangs farblos, wird beim Erwärmen lebhaft himbeerroth. Während des Erhitzens entwickelt sich ein widerlicher Geruch, der in grösserer Entfernung an den der Petersilie erinnert.

Pikrotoxin[1] löst sich schwierig und erst in der Wärme und wird beim vorsichtigen Erhitzen bräunlichviolett.

Die vorgeführten Versuche lehren, dass in der That die Phosphorsäure mit verschiedenen Alkaloiden mannigfaltige Reactionserscheinungen erzeugt.

Nun entsteht die Frage: Sind einzelne oder mehrere dieser Reactionen so empfindlich und charakteristisch, dass sie in praxi, d. i. bei forensischen Untersuchungen, mit Vortheil verwendet werden können, und welche Alkaloide werden hiedurch angezeigt? In dieser Hinsicht ist gleich zu bemerken, dass das Aconitin nicht zu den letzteren gezählt werden kann, sobald man sich unsere Versuchsreihe vergegenwärtigt. Denn das Auftreten röthlicher oder violetter Farben beobachtet man, wenn auch nicht immer in gleicher Nüance, was wohl sehr häufig theils von der verwendeten Menge der Substanz theils von den Zufälligkeiten beim Erhitzen abhängt, bei zu vielen Alkaloiden, als dass dieselbe für ein Charakteristikon angesehen werden könnte. So sehen wir, dass sich das Strychnin, Narcotin und Codeïn nahezu ganz gleich, das Morphin und Pikrotoxin sehr ähnlich verhalten. Dagegen können wir der Eingangs erwähnten Bemerkung Otto's nicht beipflichten, nach welcher Digitalin und Delphinin bezüglich ihrer Phosphorsäurereaction dem Aconitin am nächsten stünden, da das Digitalin durch Phosphorsäure anfangs gelb und dann bräunlich wird, das Delphinin den sehr kennzeichnenden Dichroismus zeigt.

---

[1] Die letzteren drei Körper sind hier nur in Hinsicht ihrer toxischen Wirkung und forensischen Bedeutung angeführt.



Was nun die übrigen von uns untersuchten alkaloidischen Stoffe betrifft, so werden, wenn man blos die Farbenreaction in Betracht zieht, durch Phosphorsäure gut gekennzeichnet: Brucin, Narceïn, Thebaïn, Chinin, Chinidin, Veratrin, Sabadillin, Colchicin, Delphinin und Solanin.

Für Brucin ist einmal der beschriebene Farbenwechsel, ganz besonders aber das Auftreten der schön rosenrothen Stellen in dem sonst gelben Tropfen charakteristisch; Narceïn ist durch den Übergang von Gelb ins Rothe und Rothbraune ausgezeichnet, die letztere Farbe wird überdies durch Ammoniak wieder in Gelb zurückgeführt; Thebaïn und Colchicin unterscheiden sich zwar nicht von einander, wohl aber von den anderen, durch die bis zum Beginne der Verkohlung andauernde goldgelbe Farbe; Chinin und Chinidin lässt sich gar leicht erkennen: die in der verdünnten Säure hervortretende Fluorescenz verschwindet bei weiterer Concentration und es stellt sich ein deutliches Grün ein; dem Veratrin, Sabadillin und Delphinin ist der angeführte Dichroismus eigenthümlich, welcher besonders bei letzterem sehr auffällt. Unterscheidend für diese drei Körper ist der Umstand, dass Veratrin und Abadillin im durchfallenden Lichte prachtvoll roth, Delphinin dagegen matt pfirsichroth gefärbt ist; Solanin endlich zeigt beim Erwärmen mit Phosphorsäure ein Himbeerroth, wie es sonst bei keinem Alkaloide auftritt.

Gleiche oder ähnliche Reactionen liefert bekanntermassen auch die Schwefelsäure mit einzelnen der letztangeführten Alkaloide. So erzeugt sie mit Veratrin und Sabadillin dasselbe prachtvolle Roth, mit Narceïn und Solanin wenigstens beim vorsichtigen Erwärmen die bei der Phosphorsäure beschriebenen Farbentöne. Auch zeigen die Lösungen des Veratrins, Sabadillins und Delphinins mit Schwefelsäure denselben, unseres Wissens nirgends hervorgehobenen Dichroismus, wie mit Phosphorsäure. — Dennoch würden wir in einzelnen Fällen die Phosphorsäure der Schwefelsäure vorziehen un[illegible] es sich darum handelt, die allzu energisch[illegible] Schwefelsäure zu vermeiden und reine Fa[illegible] (Narceïn und Solanin), ganz besonders a[illegible] stimmter Geruch als Kennzeichen dienen [illegible]

Wie wir bereits in der obigen Versuchsreihe hervorgehoben haben, sind es folgende Substanzen, welche mit Phosphorsäure erwärmt, auffällige Gerüche entwickeln: Aconitin, Narcotin, Papaverin, Porphyroxin, Solanin und Atropin. Jede derselben verbreitet einen speciell nur ihr eigenthümlichen und deshalb für sie charakteristischen Geruch, nur der des Papaverin ähnelt dem des Narcotin, ist jedoch bei weitem schwächer. Bei der Schwierigkeit, Geruchsempfindungen zu classificiren, empfiehlt es sich, dieselben durch Versuche an reinen Alkaloiden kennen zu lernen, wie man ja auch zur Kenntniss der Farbenreactionen gleiche Controlversuche zu machen pflegt. Bei der ersten Art von Reactionen ist dies um so nothwendiger und sollte bei forensischen Untersuchungen niemals unterlassen werden, weil bekanntermassen Geruchsempfindungen weit mehr von der Subjectivität abhängen als Farbenwahrnehmungen. — Uns scheint der Geruch bei Papaverin und Narcotin dem des Steinklees oder Benzoëharzes, beim Solanin der Petersilie, beim Aconitin dem der Erdbeeren, beim Porphyroxin den Abkochungen gedörrter Zwetschken und beim Atropin dem Jasmin am ähnlichsten zu sein.

Bezüglich der Intensität der Geruchsreaction haben uns Versuche gelehrt, dass $^1/_5$ Mgr. von jedem der hiezu als geeignet bezeichneten Körper genügt, um eine deutliche Wahrnehmung zu erhalten; bei Narcotin reicht hiezu schon $^1/_{20}$ Mgr. aus und betreffs des Atropins führen wir wegen der Wichtigkeit der Sache Nachfolgendes an:

2 Mgr. Atropin entwickelten beim Erwärmen mit Phosphorsäure einen im ganzen Raume sich verbreitenden, sehr starken Jasmingeruch. Unterbricht man das Erwärmen, so hört auch alsbald der Geruch auf, um jedoch bei erneuertem Erhitzen der Probe in ganz gleicher Weise wieder aufzutreten. Man kann mindestens zehnmal den Versuch mit gleichem Erfolge wiederholen.

1 Mgr. Atropin entwickelte einen sehr deutlichen Jasmingeruch; der Versuch wurde mehrmals angestellt. Hierauf wurde diese Probe zehn Tage stehen gelassen und dann neuerdings erwärmt, wobei jedesmal der charakteristische Geruch deutlich auftrat. Nach neuen zehn Tagen, also nach zwanzig Tagen seit

dem ersten Versuche, wurde abermals mit der aufbewahrten Probe der Versuch vorgenommen und auch jetzt wurde der Geruch ganz deutlich wahrgenommen.

$^1/_{10}$ Mgr. Atropin gab ebenfalls noch einen deutlichen starken Geruch und gestattete eine Wiederholung des Versuches.

Die Phosphorsäure ist demnach für das Atropin, obgleich sie mit demselben nicht wie mit anderen Alkaloiden zugleich eine Farbenreaction gibt, ein nicht zu unterschätzendes Erkennungsmittel, wenn man bedenkt, wie arm dieser in forensischer und sonstiger Hinsicht wichtige Körper an guten Charakteristiken ist. Zur Beantwortung der Frage, ob ein vorliegender Körper Atropin sei oder nicht, verwenden wir bekanntlich die Fähigkeit dieses Alkaloides, schon unterhalb der Siedetemperatur des Wassers zu schmelzen, seine bekannte physiologische Wirkung auf die Pupille, ferner die eigenthümlichen, durch die Helwig'sche Sublimation erhaltenen und mittelst des Mikroskopes wahrnehmbaren Formen und schliesslich die zuerst von Gulielmo angeführte Geruchsreaction mit Schwefelsäure. Gegen die mit diesen Hilfsmitteln zu erzielenden Resultate lassen sich jedoch gegründete Bedenken erheben:

Die Prüfung auf den Schmelzpunkt verlangt grössere Mengen des rein dargestellten Körpers, über welche man in praxi, namentlich bei forensischen Untersuchungen, gewöhnlich nicht verfügt; der nicht zu unterschätzende Werth der physiologischen Reaction wird gemindert durch den Umstand, dass hiedurch nur ein Mydriaticum, nicht aber gerade Atropin angezeigt wird, und die Diagnostik des sublimirten Atropins mit Hilfe des Mikroskopes ist wie bekannt wenig zuverlässig, weil die Beschaffenheit des Sublimates von zum Theile völlig der Controle sich entziehenden Momenten abhängig ist, und überdies für das Atropin besonders deshalb minder brauchbar, weil die Formen desselben (Tropfenform) nicht viel Kennzeichnendes darbieten.

Was nun die Geruchsreaction anbel[illegible] [illegible] dieselbe in der That höchst charakteristisch; abe[illegible] [illegible] Veise, wie sie bisher hervorgerufen wurde, n[illegible] [illegible]e, auch ebenso vergänglich, ja unsicher

Wir haben, sowie Dragendor[illegible]
dass, wenn man Atropin mit concentr[illegible]

der charakteristische Jasmingeruch nur dann auftritt, wenn di Menge des verwendeten Alkaloides eine verhältnissmässig grös sere ist; auch konnte diese Geruchsreaction nur von einer ode zwei Personen, und da nur schwach und vorübergehend wahr genommen werden. Denn die heisse concentrirte Schwefelsäur zersetzt einerseits das Alkaloid sehr rasch, andererseits beein trächtigen die aufsteigenden schwefelsauren Dämpfe vermög ihrer eigenen Einwirkung auf das Geruchsorgan jede Geruchs wahrnehmung sehr erheblich.

Selbst wenn man nach Pfeiffer und Herbst in ein au 150° erhitztes Gemisch von concentrirter Schwefelsäure un molybdänsauren Ammoniak (oder chromsauren Kali) das Alkaloi einträgt und darauf einige Tropfen Wasser einspritzt, entsteh die Reaction zwar deutlich, geht aber rasch, fast augenblicklich wieder verloren.

Diese Übelstände werden, wie wir gezeigt haben, durch di Anwendung der Phosphorsäure (auch Borsäure wirkt ähnlich vollkommen beseitigt, und das oben ausführlicher geschildert Verhalten derselben gestattet, das bei forensischen Untersuchun gen gefundene Atropin, wenn es auch in noch so geringer Meng vorhanden war, als Corpus delicti den Acten beizuschliessen un die sonst geringe Beweiskraft einer subjectiven vereinzelte Sinnesempfindung zu der einer objectiven allgemeinen Wahr nehmung zu erhöhen.

Untersuchungen über Tasthaare.

Von **M. J. Dietl.**

(Aus dem physiologischen Institute zu Innsbruck.)

(Mit 1 Tafel.)

III.

Beiträge zur vergleichenden Anatomie derselben.

Während meiner Studien über das Verhalten der Nerven in den Fühlhaaren begegnete ich bei der Untersuchung der verschiedenen Thierspecies mancherlei Eigenthümlichkeiten, die in Bezug auf die vergleichende Anatomie der Fühlhaare ein Interesse in Anspruch zu nehmen geeignet sein dürften, um so mehr als sich in letzter Zeit mehrere Histologen mit diesem Gegenstande sehr eingehend beschäftigten. Wohl waren es — einer allgemeinen Strömung entsprechend — vor allem „die Endigungen der Nerven", welche beinahe alle Aufmerksamkeit absorbirten, doch blieben auch andere Verhältnisse, wenigstens insoweit man ihnen nicht ausweichen konnte, nicht unberücksichtigt. Auch die vorliegenden Beobachtungen wurden grösstentheils gelegentlich gemacht und erst weiterhin vervollständigt. Da sie sich auf die verschiedensten Theile der Fühlhaare beziehen, so lassen sie sich auch schwer unter einen einheitlichen Gesichtspunkt zusammenfassen und müssen mehr als eine Nachlese früherer Studien geboten werden. Dieselben wurden, wie diese im physiologischen Institute zu Innsbruck angestellt.

Vor allem wäre zu erwähnen, dass ich einen Standort von Fühlhaaren[1] aufgefunden habe, der ebenso neu, wie ungewöhnlich sein dürfte; es ist dies beim Wiesel die Streckseite des Ellbogens,

[1] Ich nehme den Begriff im älteren Sinne, da die neueren Untersuchungen durch Schöbl denselben ganz mächtig erweiterten.

wo sich regelmässig drei wohlausgebildete Tasthaare mit allen ihren Attributen vorfinden, die an Länge und an der Grösse ihrer Follikel denen in der Schnauze wenig nachstehen. Ganz ähnliche Verhältnisse trifft man beim Eichhörnchen.

Eine zweite vereinzelt dastehende Thatsache betrifft die Talgdrüsen. Bekanntlich hat Gegenbauer den Sitz derselben in die äussere Wurzelscheide verlegt. Dem wurde von mehreren Seiten mit Recht widersprochen[1], da sie in dem Gewebe des Haarbalgs im Follikelhalse situirt sind, hier einen bald grösseren, bald kleineren Raum beanspruchen und so bald zu oberst im Follikelhalse, bald bis tief hinab in jenen Theil des Balgs zu liegen kommen, den man „conischen Körper“ zu nennen gewohnt ist; das letztere geschieht z. B. beim Pferde, wo der schon von Haus aus sehr flache conische Körper durch die Talgdrüsen beinahe gänzlich occupirt ist. Beim Schweine aber finden wir die rosettenförmig angeordneten Talgdrüsen vollends im Gewebe der äusseren Wurzelscheide und erst mittelbar im Balge und zwar in der Nachbarschaft des conischen Körpers liegen. Das epitheliale Gewebe der Wurzelscheide ragt nämlich als ein kranzförmiger Wulst in das des Balges hinein. Diese Talgdrüsen des Schweines sind sehr rudimentär, bestehen aus einer kurzen schmalen Reihe von Drüsenzellen, die ihrerseits ringsum von mehreren Schichten Epithelzellen umgeben sind, welche eben mit der äusseren Wurzelscheide in ununterbrochenem Zusammenhange stehen. Die histologischen Elemente der Drüse differenziren sich sehr deutlich von jenen der Wurzelscheide durch Lagerung, Form und Grösse. (Fig. 1.)

Ein besonderes Interesse nahmen von je der spongiöse Körper (das cavernöse Gewebe) und die in ihm gelegenen Gebilde für sich in Anspruch, deren Function noch immer nicht mit wünschenswerther Sicherheit erklärt zu sein scheint.

Das Verständniss des spongiösen Körpers dürfte wesentlich erleichtert werden durch die der Auffassung Gurlt's entsprechende Darstellung, gemäss deren sich der Haarbalg in eine

---

[1] Odenius, Beitrag zur Kenntnis des anat. Baues der Tasthaare, Arch. f. mikr. Anat. von Max Schultze, 2. Band. 4. Heft. 1866. pag. 440. Dietl, diese Sitzungsberichte. B. LXIV, pag. 66.

äussere und eine innere Lamelle spaltet, welche den spongiösen Körper mit allen seinen Einzelnheiten zwischen sich aufnehmen. In demselben Sinne spricht sich in seiner neuesten Arbeit auch Schöbl aus[1], dem meine Untersuchungen unbekannt geblieben sind; ich habe diesen Gedanken bereits in dem ersten Theile derselben (pag. 66) betont und ihn durch eine schematische Darstellung illustrirt.

Von diesen beiden Lamellen ist die innere die weitaus wichtigere; sie liegt durch Vermittlung der Glashaut der äusseren Wurzelscheide an, führt oben unmittelbar nach geschehener Spaltung den Namen conischer Körper, entwickelt weiter unten darauf bei vielen später zu erwähnenden Thiergattungen aus sich den Ringwulst (von mir früher schildförmiger Zellkörper genannt) und wird im Bereiche des eigentlichen cavernösen Gewebes zur compacten Lage desselben; mit der äusseren Lamelle ist sie entweder in der ganzen Ausdehnung des Interspatiums oder (beim Vorhandensein eines Ringsinus) in einem gewissen Bereiche durch ein verschieden gestaltetes Balkenwerk verbunden.

Alle die angeführten, von verschiedenen Autoren herrührenden Bezeichnungen sind der Ausdruck für die mannigfachen morphologischen Verhältnisse und Eigenthümlichkeiten, die den Haarbalg der Tasthaare charakterisiren; derselbe besteht im Wesentlichen aus Bindegewebe, das jedoch in den einzelnen Bezirken mancherlei Texturverschiedenheiten darbietet. Während es in der äusseren Lamelle dieselbe Structur besitzt, wie das Corion der allgemeinen Decke, finden wir in der inneren wesentlich andere Formen, nicht nur bei den einzelnen Thiergattungen, sondern im Verlaufe und in der Gliederung der inneren Lamelle selbst. Im Allgemeinen ist es jedesmal lockerer, weicher und mit zahlreichen Kernen versehen; bei der Carmintinction bleibt es immer viel blässer, was sich an den Übergangsstellen in die äussere Lamelle, also an der Kuppe des Blutraumes recht deutlich manifestirt.

---

[1] Schöbl. Über Nervenendigungen an Tasthaaren der Säugethiere etc. Arch. f. mikr. Anat. IX. Bd. 2. Heft. pag. 212.

Im Dienste der vergleichenden Anatomie können die innere Lamelle und ihre Adnexa mit Erfolg nur unter einem mit dem spongiösen Körper betrachtet werden, ein Postulat, welches in der Coïncidenz des Auftretens eines Ringwulstes und Ringsinus seinen Grund hat.

Hier muss vor allem geltend gemacht werden, dass ein eigentlicher Ringsinus nur dort besteht, wo der Ringwulst sich einer entsprechenden Ausbildung erfreut. In diesem Sinne kann man nicht wohl von einem Ringsinus sprechen bei Thieren, denen der Ringwulst abgeht, wie dies z. B. der Fall ist bei den Rindern, Schafen, beim Pferde und auch selbst noch beim Schweine. Bezüglich der ersteren Gattung habe ich den Mangel eines Ringwulstes und Sinus bereits in dem zweiten Theile dieser Untersuchungen hervorgehoben (pag. 5 des Separatabdruckes). Beim Pferde stellten ihn, wie Sertoli[1] berichtet, Paladino und Lanzillotti-Buonsanti in Abrede.

Zur genaueren Orientirung wollen wir den verschiedenen Übergangsformen von dem Mangel bis zur vollendeten Ausbildung des Ringwulstes und Ringsinus eine genauere Betrachtung widmen.

Untersucht man die Tasthaarfollikel des Rindes auf Längsschnitten, so sieht man die dicken und spärlichen Balken des cavernösen Gewebes in schiefer Richtung von der äusseren zur inneren Lamelle ziehen, ohne dass sich irgendwo ein grösserer Raum zwischen ihnen kenntlich machen würde, dem man eine besondere Verrichtung zuschreiben könnte: kurz der Raum zwischen den beiden Haarsacklamellen (dem äusseren Haarsack und der sogenannten compacten Lage) ist gleichmässig von dem groben Balkenwerk des cavernösen Gewebes durchzogen[2]; ein Ringwulst ist nicht vorhanden, nur zeigen einige der oberen Balken hie und da einmal eine Anschwellung, bedingt durch eine Massenzunahme des faserigen Bindegewebes.

Beim Pferde verhält sich die Sache folgendermassen. Wir finden eine sehr voluminöse innere Lamelle, gebildet von einem

---

[1] Sertoli, Sulla Terminazione dei nervi nei peli tattili. Milano 1872. pag. 5.

[2] Vergl. Fig. 2 u. 3 in dem zweiten Theile dieser Untersuchungen. Sitzb. d. kais. Akad. LXII. Juniheft 1872.

kernreichen Bindegewebe, das an der Stelle, wo sonst der Ringwulst vorzukommen pflegt, in grösserer Ausdehnung eine leichte Anschwellung bildet, als Andeutung eines gewissermassen sehr breit aufsitzenden Ringwulstes.

Einen directen Übergang zum Selbständigwerden des Ringwulstes beobachten wir in den Tasthaarfollikeln des Schweines. Bei oberflächlicher Untersuchung finden wir auf Längsschnitten zu beiden Seiten des Haares je einen Wulst aus der inneren Lamelle entstehend nach aussen und oben in den Blutraum hineinragen. Sieht man genauer zu, so bemerkt man oft von dem Durchschnitte des Wulstes noch einen zarten bindegewebigen Fortsatz zur äusseren Balglamelle ziehen, so dass der erstere nur eine sehr auffallende regelmässige Verdickung der gewöhnlichen Balken mit ihren Elementen, Bindegewebe, elastischen Fasern und Kernen darstellt (Fig. 2); da er sich aber constant beiderseits vorfindet, nur einmal mehr einmal weniger tief in den Blutraum hineinragt und sein äusserer Rand nicht allerorts als Bindegewebsstrang sich fortsetzt, so haben wir einen trichterförmigen, mit seiner schmalen, die Wurzelscheide umfassenden Öffnung nach unten gekehrten Wulst vor uns, dessen gekerbter Rand durch mehrere Bänder an die äussere Balglamelle angeheftet ist. In seiner Nachbarschaft sind auch die Gewebsbalken des spongiösen Körpers sparsamer und es ist so der Beginn zur Bildung eines Ringsinus gegeben.

Weiterhin treffen wir den Ringwulst ganz ausser Verbindung mit dem äusseren Haarbalg als ein selbständiges Gebilde, das dann immer in einem wohlausgebildeten freien Blutsinus gelegen ist. — Wie wir gesehen, weisen die oben angeführten Thiere (Rind, Pferd, Schwein) in Rücksicht auf die in Rede stehenden anatomischen Verhältnisse ganz charakteristische Eigenschaften auf, die sich jedoch auf den Grad der Ausbildung des Ringwulstes beziehen. Nicht weniger charakteristisch ist für jene Thiere, die einen vollkommenen Ringwulst in der That besitzen, dessen Form und feinerer Bau, ja selbst in dem Grade, dass man aus einem guten Durchschnitt des Ringwulstes oft die Diagnose einer bestimmten Species zu machen im Stande ist.

Die Structur des Ringwulstes ist der Grundlage nach bekanntermassen eine bindegewebige: er entwickelt sich eben aus

der inneren Lamelle des Haarbalgs; doch lässt sich die Textur nicht so generalisiren wie es von Odenius geschah, wenn er sagt[1]: „Wir finden hier wieder dasselbe fast homogene Bindegewebe, mit zahlreichen im Innern kleinen und runden Kernen, zugleich auch elastische Fasern in der Richtung vom Stiele nach der Peripherie, besonders nach dem unteren Ende zu". So viel ich aus meinen Beobachtungen sehe, ist diese Beschreibung aus der Untersuchung der braunen Ratte geflossen.

Ich glaube den richtigen Weg einzuschlagen, wenn ich im Anschluss an die erste Andeutung eines Ringwulstes, wie sie oben für das Schwein beschrieben und als eine Massenzunahme des fibrillären Bindegewebes und der elastischen Fasern der Balken gekennzeichnet wurde, jene Formen des freien Wulstes anreihe, bei denen auch das genannte Gewebe vornehmlich in die Augen fällt. Es ist dies der Fall bei Raubthieren (Hund, Fuchs, Katze, Wiesel) und einigen Nagethieren (dem Eichhörnchen und dem Hasen). Auf den ersten Blick scheint der Ringwulst hier nur aus einem Convolut von Fibrillen zu bestehen, zwischen denselben sind jedoch jedesmal reichlich blasse Kerne oder strahlige Körperchen eingestreut, die einer mehr homogenen Bindesubstanz angehören, welche dem ganzen Gebilde Form verleiht. Diese eingelagerten Bindegewebskörperchen wurden mir an Präparaten von der Katze, die mit Chlorpalladium behandelt waren, ausserordentlich deutlich und dadurch besonders hervortretend, dass sie sich auffallend bräuner färbten, als die übrigen. Die verschiedenen Fasern des Ringwulstes entwickeln sich aus jenen der inneren Balglamelle.

Was die Gestalt anbelangt, so ist sie für die meisten der angegebenen Thiere charakteristisch.

So kennzeichnet sich z. B. der Ringwulst der Gattung *Canis* (*domesticus* und *vulpes*) durch seine Insertion in einer horizontalen mittleren Zone — wie in dem Längsschnitt auf Fig. 3 ersichtlich ist[2] — und durch seine reichliche theils wellige, theils mehr weniger verfilzte Faserung. Bei den anderen Gattungen

---

[1] A. a. O. pag. 454.

[2] Vergl. auch Taf. II, Fig. 11 des ersten Theiles dieser Untersuchungen vom Fuchs.



finden wir eine marginale Insertion des Ringwulstes am oberen Rande. Jener des Eichhörnchens (Fig. 4) zeigt sich auf Durchschnitten kurz und gedrungen, von lockigen Fasern und runden Kernen durchsetzt.

Für das Kaninchen wurde der Ringwulst schon im ersten Theile dieser Untersuchungen eingehender beschrieben (Taf. I, Fig. 5, pag. 9 des Separatabdruckes); in seiner Form ähnelt er sehr dem der Katze, nur ist seine Oberfläche weitaus buchtenreicher.

Sehr eigenthümlich ist die Textur des Ringwulstes bei den Mäusen; das homogene Bindegewebe ist von einem äusserst feinen, sich dendritisch verzweigenden, im Vergleich zu den früheren Formen spärlichen Fasernetz elastischer Natur durchzogen, dazwischen liegen allenthalben blasse runde Kerne. Bei der braunen Ratte *(Mus rattus)* ist der Ringwulst näher seinem oberen Rande angeheftet und die Faserung läuft nur wenig divergirend besonders abwärts gegen die Peripherie (Fig. 5).

Bei den anderen Mäusen *(Mus musculus, Arvicula)* entwickelt er sich ähnlich wie bei *Canis* mit einer mittleren Zone, und die Faserung strahlt nach oben und unten von dieser Insertionslinie aus[1] (Fig. 6 von *Arvicula campestris*). Die Oberfläche trägt wie bei der Ratte ein zartes Endothel. Auch beim Maulwurf trifft man eine charakteristische Bildung; der Ringwulst ist hier nicht solid, sondern von einem Gewebe gebildet, das, von engen Lacunen durchzogen, der inneren Balglamelle breit aufsitzt und wie die letzteren sammt dem conischen Körper ausserordentlich kernreich erscheint.

Nachdem wir nun über die Mannigfaltigkeit der Formen, in welchen das Bindegewebe am Ringwulst sich präsentirt, einen Überblick erhalten haben, wenden wir uns zu der sogenannten compacten Lage des Schwammkörpers. Dieser Begriff wird zwar, wie aus der Darstellung von Odenius hervorgeht, im Allgemeinen mit dem der inneren Haarbalglamelle identificirt, ich werde

---

[1] Dieselbe wurde bekanntlich von Burkhardt (Centralblatt für mediz. Wissensch. 1870 Nr. 33) fälschlich für den Nervenendapparat der Tasthaare genommen. Siehe darüber den zweiten Theil dieser Untersuch. pag. 4 u. 13 des Separatabdruckes, sowie Sertoli l. c. p. 17.

jedoch zeigen, dass es vortheilhafter ist, ihn nur auf jenen Theil derselben zu beschränken, der abwärts vom Ringsinus im Bereiche des cavernösen Gewebes gelegen ist. Die compacte Lage wird hier als das Confluens der Balken genommen, das die homogene Membran rings umkleidet. Als ihre Eigenthümlichkeit wird von Leydig, der sie treffend als einen sulzigen Körper bezeichnet[1], das Auftreten von Bindegewebskörperchen in Form von strahligen Zellen angegeben zum Unterschiede vom Gewebe der Balken, wo sie als Kerne erscheinen. Über die Ausdehnung dieser compacten Lage sind die Angaben ungenau und die gegebenen Abbildungen (Odenius Fig. 3) zeigen, dass sie nicht in naturgetreuem Zustande gesehen wurde. Dies dürfte in der Untersuchungsmethode begründet sein, als welche zumeist das Trocknen der Follikel behufs Anfertigung von Übersichtsdurchschnitten in Anwendung kam.

Ich habe mich hingegen der Überosmiumsäure bedient, die wie kein anderes Reagens im Stande ist, einen für die Präparation zweckdienlichen Härtungsgrad zu bedingen, dabei aber doch diesem äusserst zarten Gewebe die natürliche weiche Form zu bewahren und die beste Einsicht in die feinen Details zu gestatten. Man sieht dann, am allerschönsten bei den Nagethieren, wie unmittelbar unter dem Ringsinus der Raum zwischen den beiden Haarbalglamellen vollständig von einem Alveolennetz eingenommen ist, dessen Balken aus einem homogenen Bindegewebe besteht, ähnlich dem, wie man es am *ligamentum pectinatum iridis* wiederfindet; je weiter nach abwärts, desto homogener wird das Bindegewebe der Alveolen und gegen die äussere Lamelle ziehen nur noch spärliche Balken, durch die sich feine (elastische) Fasern von einer Lamelle zur anderen schlängeln; auch tragen die Balken ein zartes Endothel. Noch weiter nach abwärts verschwinden die Alveolen und die Balken verlieren sich hier beinahe gänzlich, um erst tief unten bei der Papille wieder aufzutreten. In dem bezeichneten Bezirke liegt nun der inneren Lamelle in der That eine compacte Lage auf, die den grössten Theil des Raumes zwischen den beiden Lamellen

[1] Leydig, über die äusseren Bedeckungen der Säugethiere. Archiv für Anat. u. Physiol. 1859, pag. 717.



einnimmt. Der Zusammenfluss des alveolaren Gewebes zum compacten ist auf Fig. 7 ersichtlich, während Fig. 8 eine Partie wiedergibt, wo derselbe bereits vollständig ist.

So wird der Blutraum in dem untern Theil des spongiösen Körpers auf ein kleines Spatium reducirt, das zwischen der äusseren Lamelle und der mächtigen compacten Lage liegt. Das Bindegewebe, das deren Grundlage ausmacht, ist homogen, von feinen elastischen Fasern durchzogen; ferner sieht man, und vorzüglich dort wo keine Alveolen mehr sind, Fig. 8, zahlreiche spindelförmige und strahlige Bindegewebskörperchen, die mit ihren langen Ausläufern anastomosiren, und endlich runde vielgranulirte Zellen von dem Aussehen der Wanderzellen in grösserer oder geringerer Zahl (Maus, Ratte, Kaninchen, Katze), die vor den anderen blassen Kernen sehr deutlich hervortreten. Diese wirkliche compacte Lage gewinnt auf diese Weise bezüglich ihrer histologischen Structur eine Ähnlichkeit mit dem Nabelstranggewebe (Schleimgewebe, Virchow), darum ist auch der Ausdruck „sulziger Körper“ sehr gut gewählt, denn es erzittert bei Erschütterungen in der That wie Gallerte. Bei anderen Thieren, z. B. Katzen, Hunden, wird die compacte Lage nicht so enorm voluminös, sondern bleibt auf die Ausdehnung einer Lamelle beschränkt, und die Gewebsbalken des spongiösen Körpers finden sich in ungeschmälerter Anzahl vom Ringsinus bis zur Papille.

Es erübrigt nun noch, auf den obersten Theil der inneren Lamelle, welche die Kuppe des Ringsinus, eventuell den Abschluss des Schwammkörpers bilden hilft — nämlich auf den conischen Körper, einige Rücksicht zu nehmen; er hängt immer mit der äusseren Lamelle unmittelbar zusammen, differenzirt sich aber in seiner Textur um so auffälliger, je mehr auch der übrige Theil der inneren Lamelle und deren Anhängsel (Ringwulst und compacte Lage) das Aussehen des homogenen Bindegewebes annehmen, wie dies vorzüglich für die Nager angegeben wurde. In diesem Falle bildet der conische Körper eine der compacten Lage analoge Gewebspartie, während er sonst im reichlichen Besitze von fibrillärem Bindegewebe den Texturunterschied zwischen der äusseren und inneren Lamelle nicht so markant hervortreten lässt. Bei den Mäusen ist er übrigens, wie

Odenius schon angibt [1], von der homogenen Membran durch eine sehr helle weiche Schicht getrennt. In derselben konnte ich nichts Anderes differenziren, als äusserst blasse spindelförmige Körperchen und eine feine schiefe, aus dem conischen Körper gegen die Glashaut ziehende Streifung. Ich hebe diesen Befund darum hervor, weil er bezüglich der Nerven von Belang ist diese Schicht entbehrt nämlich der markhaltigen Fasern, die sich in der übrigen Partie des conischen Körpers zahlreich und meist als Querschnitte finden.

Möglicherweise vermittelt die genannte Schicht den Übergang der feinsten marklosen Nervenfasern ins Epithel der Wurzelscheide.

Von allen den Gebilden, welche mit der inneren Lamelle im Zusammenhange stehen, interessirt uns der Ringwulst, dessen Vorkommen, wie wir oben gesehen, mit dem Auftreten eines Ringsinus eng verknüpft ist, insofern am meisten, weil er vor allen die Frage nach dem Zwecke seines Daseins anregt. Odenius trachtete dieselbe dadurch zu lösen, dass er annimmt, der Ringwulst wirke bei der Blutfüllung des Follikels, resp. des Sinus, wie ein Sperrventil; wenn nämlich der Follikel durch seine Muskeln aufwärts gezogen und dadurch geknickt oder gebogen wird, so käme die convexe Aussenfläche des Wulstes auf den concaven Boden des Sinus zu liegen und schliesse so wie ein Keil dem Blute den Rückfluss ins cavernöse Gewebe ab, woraus eine Stauung und weiche Füllung im Sinus entsteht, welche zur besseren Perception der Reize durch die Nervenenden (welche Odenius im conischen Körper suchte) wesentlich beitrage. So plausibel diese Erklärung erscheint, glaubte ich schon im Vorbeigehen im zweiten Theile dieser Untersuchung bemerken zu dürfen, dass ich derselben nicht unbedingt beipflichten könne, indem mir eine Reihe von Bedenken auftauchten, die einer Vereinbarung nicht förderlich sind.

[1] L. c. pag. 453.

Wir müssen hier neuerdings vorerst auf die Frage zu sprechen kommen, ob zwischen cavernösem Gewebe und Ringsinus eine offene Verbindung bestehe. Odenius hat dieselbe bereits ventilirt und spricht sich folgendermassen aus: [1]

„Findet nun eine offene Verbindung statt zwischen dem Alveolargewebe und dem Ringsinus? Leydig äussert nichts Besonderes hierüber, sondern erwähnt blos im Vorbeigehen in Bezug auf die Maus, dass der Ringsinus durch eine schmale Substanzbrücke von dem spongiösen Körper getrennt sei. Dass es eine solche Verbindung gibt, wenigstens bei einem Theile des Umfanges, kann man leicht unmittelbar beobachten. Dagegen ist es mir oft vorgekommen, obwohl man natürlich auf nicht geringe Schwierigkeiten stösst, es nachzuweisen, als ständen auf den höchst gelegenen Theilen des spongiösen Körpers die Alveolen nicht in offener Verbindung mit dem Ringsinus, sondern wären von demselben durch eine von zusammenhängenden Balken gebildete wirkliche Substanzbrücke abgesondert.“

Ich kann dies nicht anders verstehen und auffassen, als dass Odenius eine Verbindung in Abrede stellt und die Balken gewissermassen zu einer Membran zusammenfliessen lässt, die den Verschluss bewerkstelligen. — Dem gegenüber hätte ein Ventil, als welches der Ringwulst dargestellt wird, jedoch keinen Zweck mehr und die Existenz einer derartigen Substanzbrücke würde mit der angedeuteten Erklärung im Widerspruche stehen. Nun muss aber hervorgehoben werden, dass in der That eine unmittelbare Communication zwischen Ringsinus und Alveolargewebe besteht, die sich auf Durchschnitten eben durch einen unmittelbaren Zusammenhang der Blutmasse in beiden Räumen deutlich manifestirt, ebenso wie zwischen den einzelnen Balken des cavernösen Gewebes selbst. Angesichts dieser Thatsache verdient die Auffassung des Ringwulstes im Sinne von Odenius wieder volle Beachtung. Doch würden noch folgende Einwürfe zu beseitigen sein. Vor allem umgibt der Ringwulst nie den ganzen Umfang des Haares, sondern nur zu etwa $^{3}/_{4}$; es bleibt daher noch ein Raum, der entweder ganz frei ist oder in dem das cavernöse Gewebe noch eine Stre[illegible] auf die-

[1] L. c. pag. 452.

sem Wege müsste doch dem Blute der Rückfluss gestattet sein. Ferner habe ich darauf aufmerksam gemacht [1], dass sich an der Kuppe des Ringsinus venöse Abzugscanäle finden, die in dem starren Gewebe des Follikelhalses liegen und darum nicht leicht comprimirt werden können, auch auf diesem Wege wäre dem Blute der Abfluss gestattet. Weiter habe ich beobachtet und beschrieben [2], wie sich die Muskeln der Follikel auch so inseriren, dass sie vom Halse eines Follikels zum Grunde des nächsten ziehen; dieser Anordnung gemäss würden sich die Follikel eher ihrer ganzen Länge nach in toto bewegen und möchte eine Biegung nicht so leicht zu Stande kommen können, ganz abgesehen von der Rigidität des Gewebes, wie wir es an dem äusseren Haarbalg mancher Thiere vorfinden. Auf Grund dieser Bedenken muss ich die Frage über die Bedeutung des Ringwulstes vorläufig noch als eine offene betrachten.

Während die vorangehenden Zeilen sich auf die vergleichende Anatomie der Tasthaare beziehen, sei mir in den folgenden noch gestattet, mit kurzen Worten zweier Arbeiten zu gedenken, die vor Kurzem über die Endigungen der Nerven in den Tasthaaren erschienen sind; die erstere wurde gleichzeitig mit dem zweiten Theil meiner Untersuchungen, welcher denselben Gegenstand behandelt, durch Sertoli [3] publicirt, und ich ersah daraus, dass er auch den Eintritt der Nervenfasern zwischen die Zellen der äusseren Wurzelscheide (beim Pferde) nachwies. Sertoli bediente sich zu dem Ende des Goldchlorids, dem ich nicht das Wort reden konnte. Durch dasselbe brachte er einen Complex von in der äusseren Wurzelscheide gelegenen Körperchen zur Anschauung, die reichlich mit Fortsätzen versehen, durch dieselben unter sich und mit den in zahlreiche Primitivfasern zerfallenden Nerven zusammenhängen. Wenn auch Sertoli [4] betont, dass diese Körperchen in Form und Grösse von den von Langerhans für den *Mucus Malpighii* der menschlichen Haut beschriebenen differiren, so sind sie doch mit ihnen und den von Podcopaëv in

---

[1] Siehe den ersten Theil der Untersuchungen pag. 69 der Ber.

[2] I. Theil pag. 72 der Ber.

[3] Sertoli, Sulla terminazione etc. a. o. a. O.

[4] Sertoli a. o. a. O. pag. 14.

der Kaninchenhaut gefundenen im Wesentlichen gleicher Natur; welcher? darüber wage ich nicht zu entscheiden.

Ich war so glücklich — die örtlichen Verhältnisse rechtfertigen diesen Ausdruck — eine ziemlich frische Oberlippe vom Pferde zu erhalten, und untersuchte die Tasthaarfollikel mit Chlorgold und mit Osmiumsäure; ausserdem wiederholte ich die Untersuchung mit dem ersten Reagens an den Tasthaaren des Rindes und fand Folgendes: In der äussersten Zellenlage der äusseren Wurzelscheide wurde in ihrer ganzen Ausdehnung eine Reihe von Körperchen tingirt, die zumeist und besonders in der unteren Partie der Wurzelscheide von spindelförmiger Form sind; Anastomosen konnte ich nicht beobachten, obwohl sie vorkommen mögen.

Die Bilder entsprechen dem oberen Theile der Fig. 3 von Sertoli. Die polygonale Form und massenhafte Anhäufung dieser Körperchen fand ich wie Sertoli nur, wenn die Grenzlage der äusseren Wurzelscheide durch einen tangentiellen Schnitt getroffen wurde. Auch traf ich derartige Gebilde, von der Art wie sie Langerhans beschreibt, in der Höhe der Talgdrüsen mit so zahlreichen Fortsätzen, wie ich sie noch nie abgebildet fand und daher in Fig. 9 eine Zeichnung beigebe, ohne mich jedoch auf einen Ausspruch über ihre physiologische Rolle einzulassen.

Die obbenannten in der äussersten Zellenlage der Wurzelscheide situirten Körperchen erkennt man auch leicht an guten Osmiumpräparaten wieder, wo sie sich durch eine leichte bräunliche Färbung von den Epithelialzellen abheben.

Auch entdeckte ich neuerlich die schon im zweiten Theile von mir beschriebenen kolbenförmigen Anschwellungen der in das Epithel eingedrungenen Terminalfasern und zwar diesmal im Zusammenhange mit derselben durch das Chlorgold ganz rein imprägnirt; sie lagen jenseits der ersten Zellenlage.

Auffallend ist mir unter den Angaben Sertoli's jene, gemäss deren sich die Nervenfaser bei ihrem Eintritte ins Epithel in zahlreiche Terminalfäden theilt, während ich höchstens dichotomische Theilung zu beobachten in der Lage war.

Von den Arbeiten Schöbl's über Tasthaare ist es seine letzte, „Über Nervenendigung an den Tasthaaren der Säugethiere

und die feinere Structur derselben", welche unseren Gegenstand näher berührt. Schöbl wies nach, dass an dem Rüssel des Igels alle Härchen als Tasthaare zu betrachten seien und zwar darum, weil alle mit einem eigenen Nervenapparat ausgestattet seien. Es finden sich ferner alle möglichen Übergänge von dem Baue der gewöhnlichen Haare bis zu dem jener Formen, die gemeiniglich als Tasthaare bezeichnet wurden. Der Nervenapparat besteht aus einem in der Gegend des conischen Körpers gelegenen Nervenring, der sich aus den marklos gewordenen Fasern constituirt. Der Nervenring trete mit der modificirten (in Bänder zerfallenen) Glashaut [1] in Verbindung.

Da ich nicht in der Lage war, die Tasthaare des Igels zu untersuchen, so kann ich mich in keinerlei Weise über diese Angaben äussern; an der Thatsache, dass bei anderen Thieren die Nerven in die äussere Wurzelscheide eindringen, wird übrigens dadurch nichts geändert. Auch habe ich für die Mäuse bereits angegeben [2], dass man die Nerven im conischen Körper in längeren Strecken transversal verlaufen findet; auch Leydig spricht schon von einem Kranze der bis zur äusseren Wurzelscheide vorzudringen sucht [3]. Dieselben Verhältnisse bezüglich des transversalen Verlaufes der Nervenfasern beobachtete ich auch beim Maulwurfe, den ich darum untersuchte, weil ich auf ein Analogon der Angaben Schöbl's zu stossen hoffte. Die markhaltigen Fasern treten hier in der bekannten Weise von unten, aber auch von oben in den Follikelhals ein und ziehen zum conischen Körper, oft genug auch darüber hinaus. Der conische Körper ist dicht von Kernen durchsetzt, durch die man hie und da in unregelmässigen Bahnen Stücke markhaltiger Nervenfasern sich schlängeln sieht. — Auf sagittalen Schnitten bemerkt man, wie sich die Nervenfasern hier zuspitzen, ohne dass man sie weiter verfolgen könnte, denn die transversale Streifung, die man auch beim Maulwurfe sieht, kann ich nicht als von marklosen Nervenfasern herrührend annehmen; doch hat man Ge-

[1] Die Beschreibung der Glashaut, wie Leydig und Odenius sie geben, scheint mir, entgegen der Vermuthung Schöbl's, geeignet zur Annahme, dass dieselben bereits das Gleiche wie letzterer gesehen.

[2] II. Theil, pag. 9 des Separatabdruckes.

[3] L. c. pag. 720.

legenheit vereinzelte markhaltige Fasern mit transversalem Verlaufe zu beobachten, wozu Querschnitte des Haares nicht ungeeignet sind.

Über die Art der Endigung ist für diese Fälle weder durch die eine noch die andere Angabe etwas Endgültiges ausgesagt. Der Umstand jedoch, dass Schöbl angibt, die marklosen Nervenfasern treten mit der Glashaut in Verbindung, und die von mir bereits früher mitgetheilte, durch weitere Beobachtungen erhärtete Thatsache, dass man mit aller Gewissheit Nervenfasern hoch in den conischen Körper emporziehen, transversal verlaufen, umbiegen und endlich in die äussere Wurzelscheide eindringen sieht, gibt der Vermuthung Raum, dass die Nerven der Tasthaare auf welchem Wege immer im Epithel der Wurzelscheide enden.

Erläuterung der Tafel.

Fig. 1. Längendurchschnitt einer im Gewebe der äusseren W
gelegenen Talgdrüse von einem Tasthaare des Schwe
Oc. 2.)
a Wurzelscheide,
b Haarbalg.

" 2. Obere Partie des cavernösen Raumes in dem T
Schweines mit dem Ringwulste. (Hartn. S. 5, Oc. 2.)
a Innere Haarbalglamelle,
b äussere, "
c sogen. conischer Körper,
d Ringwulst.

" 3. Structur des Ringwulstes vom Hunde. (S. 7, O. 2.)

" 4. Derselbe vom Eichhörnchen. (S. 7, O. 2.)

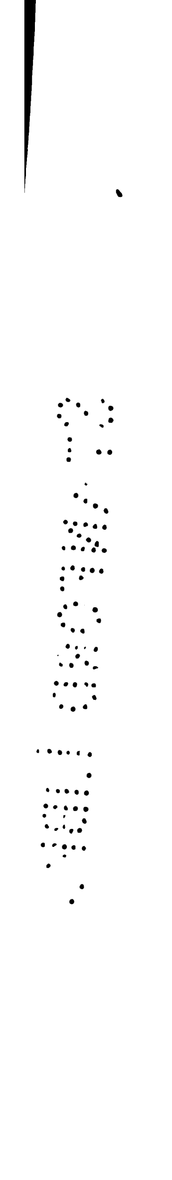
" 5. Der Ringwulst der braunen Ratte. (S. 8, O. 2.)

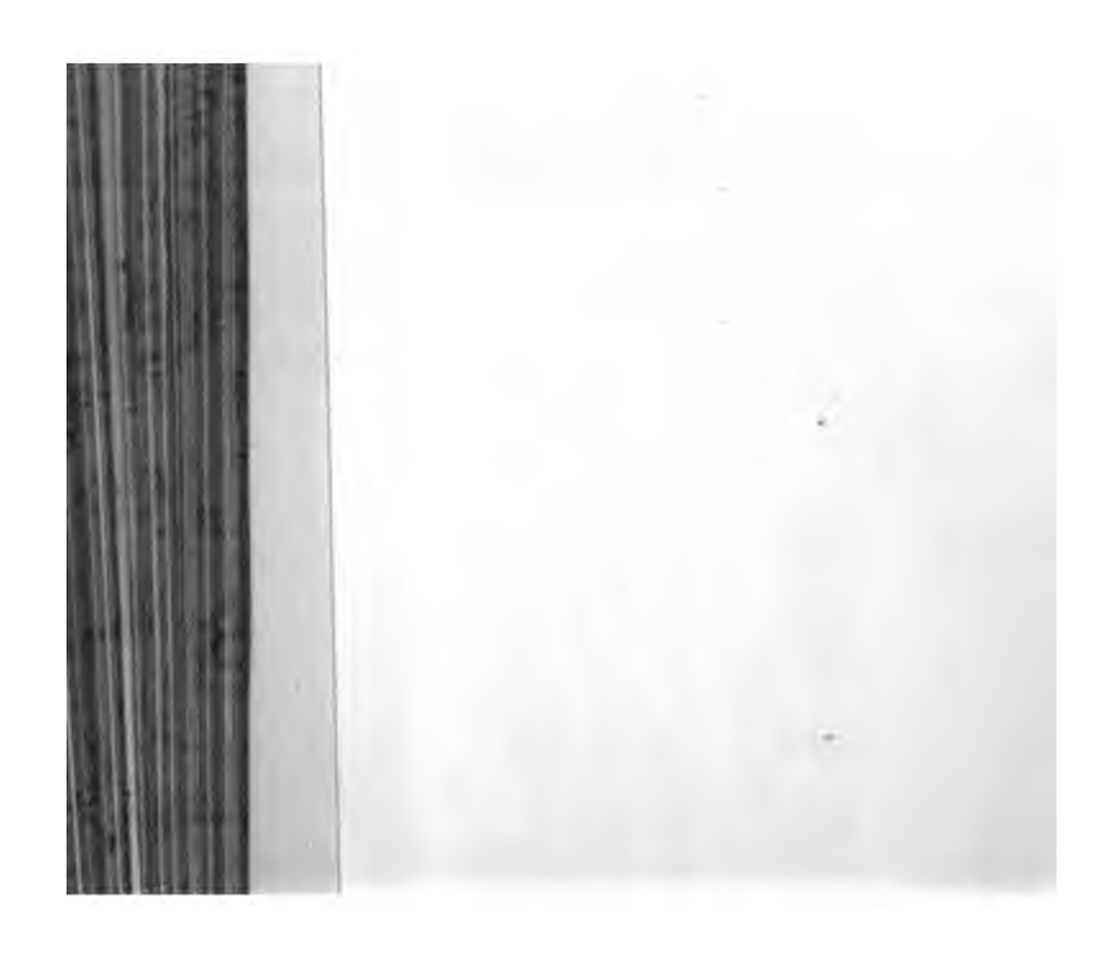
" 6. Der Ringwulst von Arvicula. (S. 8, O. 2.)

" 7. Obere Partie aus der sogen. compacten Lage de
Gewebes; braune Ratte. (Osmiumpräparat. S. 8, O. 2

" 8. Tiefere Partie aus der compacten Lage von der b
(Osmiumpräparat. S. 8, O. 2.)

" 9. Durch Goldchlorid gefärbte, in dem oberen Theile
Wurzelscheide gelegene Körperchen mit zahlreiche
(S. 8, O. 3.)





Zur Lehre vom Lichtsinne.

Dritte Mittheilung.

Über simultane Lichtinduction und über successiven Contrast.

Von **Ewald Hering**,
Professor der Physiologie in Prag.

Über simultane Lichtinduction.

§. 15.

Beschreibung eines Falles von simultaner Lichtinduction.

Man stelle sich ein Gesichtsfeld her, welches zur Hälfte hellweiss, zur andern Hälfte tiefschwarz ist, also z. B. aus einem grossen Bogen weissen Papiers und aus schwarzem Sammt besteht, und fixire anhaltend einen markirten Punkt der Grenzlinie beider. Je länger man hinblickt, desto deutlicher sieht man das ursprünglich tiefe Schwarz in Grau übergehen, während gleichzeitig eine Abnahme der Helligkeit des Weissen, doch minder deutlich, zu bemerken ist. Der Helligkeitszuwachs der schwarzen Fläche ist am grössten in unmittelbarer Nähe der Grenzlinie und nimmt mit der Entfernung von dieser anfangs ziemlich rasch, im weiteren Verlaufe des Versuches aber langsamer ab und breitet sich schliesslich immer deutlicher über die ganze schwarze Fläche aus.

Da es schwer ist, den Fixationspunkt längere Zeit ganz festzuhalten, so bemerkt man häufig ein plötzliches helles Aufleuchten des Randes der weissen Fläche oder man sieht um-

gekehrt am Rande der schwarzen Fläche plözlich einen tiefdunklen Streifen; dies sind die bekannten Erscheinungen des successiven Contrastes. Sieht man am Rande der weissen Fläche den lichteren Saum, so erscheint die übrige weisse Fläche, besonders in nächster Nähe dieses Saumes, grauer als zuvor; sieht man den tiefschwarzen Saum an der schwarzen Hälfte, so erscheint die übrige schwarze Fläche, u. z. besonders in unmittelbarer Nähe des Saumes noch heller.

An jedem Stückchen schwarzen Papiers, welches man auf eine helle, weisse Fläche legt, macht man ganz analoge Beobachtungen.

Da bei solchen Versuchen überall da, wo helle und dunkle Flächen zusammenstossen, bei lange dauernder Fixation die dunklen Theile sich mehr und mehr mit Licht überziehen, so will ich im Anschlusse an die gebräuchlichen Bezeichnungen diese Erscheinung als simultane Lichtinduction benennen.

§. 16.

Die simultane Lichtinduction lässt sich nicht als blosse Ermüdungserscheinung auffassen.

Die halb physiologische, halb psychologische Erklärung, welche die spiritualistische Theorie von der beschriebenen Erscheinung gibt, ist folgende:

Infolge der zunehmenden Ermüdung, welcher die vom Weissen beleuchtete Netzhauthälfte unterworfen ist, erscheint dieses Weiss zunehmend lichtschwächer oder grauer. Dem entsprechend wird die Contrastwirkung zwischen diesem Weiss und dem Schwarz immer schwächer und nimmt letzteres scheinbar an Helligkeit zu. Dieser Schein wird noch dadurch begünstigt, dass es nicht möglich ist, ganz fest zu fixiren. Denn infolge der unwillkührlichen Blickschwankungen schiebt sich abwechselnd bald ein schmaler Streif des Weissen auf die Netzhauthälfte, die zuvor Schwarz sah und daher relativ ausgeruht ist, bald ein schmaler Streif des Schwarzen auf die zuvor durch das Weiss ermüdete Netzhauthälfte. Im ersten Falle sieht man den entsprechenden Streifen des Weissen wieder in der ursprünglichen Helligkeit, und dagegen erscheint das übrige Weiss



im Contraste noch grauer; im andern Falle sieht man den Streifen des Schwarzen viel dunkler als das übrige Schwarz, weil es jetzt auf einen stark ermüdeten Netzhauttheil fällt, und im Contraste hierzu erscheint uns die übrige schwarze Fläche noch heller, am meisten in unmittelbarer Nähe des tief dunklen Saumes.

Diese Erklärung legt also ein besonderes Gewicht auf das, was ich nur als nebensächlich erwähnt habe, nämlich auf das durch Blickschwankungen erzeugte Erscheinen eines hellweissen oder tiefschwarzen Saumes, und sie muss dies thun, weil sie nur hieraus erklären kann, warum das Schwarze gerade in unmittelbarer Nähe des Weissen am hellsten erscheint, obgleich man vermuthen sollte, dass es hier in Folge des Contrastes am allerdunkelsten erscheinen müsste.

Einem, der längere Zeit gut fixiren kann, wird in der That das zeitweilige Auftreten des tiefschwarzen oder hellweissen Saumes nur den Eindruck des Nebensächlichen machen, weil es eben eine immer rasch vorübergehende Erscheinung ist, während das oben als das Wesentliche bezeichnete dauernd sichtbar ist. Ferner lässt sich durchaus nicht bestätigen, dass das Weiss des bisweilen auftretenden hellen Streifens nur so hell sein soll, wie anfangs die ganze weisse Fläche, vielmehr erscheint es *viel* heller; und andererseits sieht man den tiefschwarzen Saum, wenn er einmal auftritt, keineswegs dunkler als die schwarze Fläche im Anfange, sondern nur etwa ebenso schwarz. Aber auf das, was man wirklich sieht, kommt im Grunde genommen bei den spiritualistischen Erklärungen überhaupt nicht viel an, sondern auf das, was man unbewusst dabei denkt; und man wird also sagen, dass wir uns nur infolge eines falschen Urtheils den hellen Saum heller als das ursprüngliche Weiss, und den dunklen nur ebenso schwarz wie das ursprüngliche Schwarz *vorstellen*.

Ich will nun hier nicht weiter auf eine kritische Analyse der psychologischen Erklärung eingehen, weil der Leser das, was ich zu sagen hätte, schon aus meinen früheren Mittheilungen errathen kann, sondern ich will sogleich an die experimentelle Widerlegung jener Erklärung gehen.

Man klebe auf eine weisse, hellbeleuchtete und weit aus gebreitete Fläche einen etwa 1cm breiten Streifen von matt schwarzem Papier oder Sammt und auf den Mittelpunkt de Streifens ein sehr kleines Schnitzel weissen Papiers, welches al Fixationspunkt zu dienen hat. Nachdem man diesen Punkt ½– 1 Minute lang fixirt hat, mindere man rasch die Beleuchtun (durch Herabdrehen des Lampendochtes, Zudrehen des Gas hahnes oder Verkleinerung der Oeffnung, durch welche das Lich ins Dunkelzimmer fällt). Hierbei bemerkt man deutlich, wie de schwarze Streifen rasch heller, der weisse Grund rasch dunkle wird, und sobald die Beleuchtung hinreichend gemindert ist erscheint der schwarze Streifen heller als de weisse Grund.

Wenn man diese auffallende Erscheinung lediglich aus de Ermüdung erklären will, muss man annehmen, dass hier die Er müdung durch das anfangs helle Weiss des Grundes so bedeu tend geworden sei, dass nunmehr das lichtschwächer gemacht Weiss eine schwächere Lichtempfindung auslöst als der schwarz Streifen, welcher, besonders bei der abgeschwächten Beleuchtung nur Licht von verschwindend kleiner Intensität aussendet; die heisst also mit anderen Worten, dass die vorher von Weiss be leuchteten Netzhauttheile derart gelähmt sind, dass ein mässige Lichtreiz nicht einmal mehr im Stande ist, eine Empfindung aus zulösen, welche der Empfindung des Eigenlichtes auf dem nich ermüdeten Netzhauttheile gleichkommt.

Mit diesem unvermeidlichen Zugeständniss wäre wenigsten die Erkenntniss gewonnen, dass das Eigenlicht der Netzhau unter passenden Umständen eine Helligkeit zeigt, welche grösse ist, als die Helligkeit eines, von einer zuvor ermüdeten Netz hautstelle empfundenen schwachen objectiven Lichtes.

Zur Erläuterung dieses wichtigen Satzes will ich hier noch eine Versuch einschalten.

Man stelle sich ein Gesichtsfeld her, welches z. B. zur rechten Hälft hellweiss, zur linken tiefschwarz ist und fixire einen hervorstechend ma kirten Punkt der Grenzlinie ½—1 Minute lang. Sodann lasse man rasc das Gesichtsfeld um 90° um den Fixationspunkt drehen, so dass nunmel die weisse Hälfte nach unten zu liegen kommt. Sehr bald zeigt sich dan die Wirkung des successiven Contrastes: das linke untere Viertel des Ge sichtsfeldes erscheint am hellsten, das rechte obere am dunkelsten od

vielmehr schwarz, die beiden andern sind heller als das letztere, dunkler als das erstere.

Gesetzten Falls nun, das rechte untere Viertel erschiene, wie das meistens der Fall ist, heller als das linke obere, so braucht man nur die Beleuchtung fortschreitend zu mindern, um sehr bald zu erreichen, dass das linke obere Viertel entschieden heller wird, als das rechte untere. Auf ersterem aber erscheint nur das Eigenlicht des nicht ermüdeten Netzhautviertels, auf dem rechten untern Viertel dagegen das schwache objective, aber von einem ermüdeten Netzhautviertel empfundene Licht. Jenes Eigenlicht erweist sich also stärker als das schwache objective Licht.

Auch hier, wie bei allen derartigen Versuchen, bemerkt man, dass die Erscheinung verschiedene Phasen durchmacht, und dass dasjenige, was ich soeben beschrieben habe, nur in einer bestimmten, aber mehrmals wiederkehrenden Phase am deutlichsten ist.

Wir kommen jetzt zurück auf unsern Versuch mit dem schwarzen Streifen auf weissem Grunde. Derselbe erschien nach längerer Fixation heller als der weisse Grund, wenn wir die Beleuchtung bis zu einem gewissen Grade vermindert hatten. Um nun zu wissen, ob diese seine relativ grosse Helligkeit auf einer Lichtinduction beruht, oder, wie die psychologische Erklärung will, nur darauf, dass die übrige Netzhaut infolge grosser Ermüdung das schwache weisse Licht noch schwächer empfindet als der nicht ermüdete Netzhautstreifen die sogenannten inneren Reize [1], müssen wir das Eigenlicht dieses Streifens vergleichen mit dem Eigenlichte einer andern ebenfalls nicht ermüdeten Netzhautstelle, deren Nachbarschaft aber nicht stark beleuchtet und also einer etwaigen Lichtinduction weniger oder gar nicht ausgesetzt war.

Zu diesem Zwecke kann beispielsweise folgende Abänderung des Versuches dienen.

Wir kleben den 1^{cm} breiten, schwarzen Streifen auf einen grösseren weissen Streifen, welcher ihn nach allen Seiten um etwa 2^{cm} überragt, und legen dann diesen weissen Streifen auf einen weit ausgebreiteten schwarzen Grund. Oder wir schneiden

[1] Beziehentlich ausserdem das Minimum von objectivem Licht, welches von dem schwarzen Streifen bei so schwacher Beleuchtung ausgeht.

aus der Mitte eines 5cm breiten und 7cm langen weissen Streifens einen Streifen von 1cm Höhe und 3cm Länge aus und legen ersteren auf den schwarzen Grund. Beidenfalls markiren wir uns durch ein sehr kleines weisses Papierschnitzel die Mitte des schwarzen Streifens und fixiren dieselbe $^1/_2$—1 Minute lang. Dann mindern wir die Beleuchtung und kommen dadurch bald dahin, wo der schwarze Streifen heller erscheint als der schwarze Grund, obwohl beide objectiv gleich dunkel und die ihnen entsprechenden Netzhautstellen also, wie man sagt, gleich wenig ermüdet sind.

Die viel grössere Helligkeit des schwarzen Streifens im Vergleich zu der des schwarzen Grundes tritt besonders schlagend hervor, wenn man zum Vergleiche nicht die Theile des Grundes wählt, welche unmittelbar an das Weisse grenzen, denn diese Theile waren ja auch der simultanen Lichtinduction unterworfen, sondern die entferntern Theile.

Da der Versuch ziemlich grosse Uebung im festen Fixiren fordert, so wird Mancher durch das Aufblitzen der hellen Säume des Weissen gestört werden. Ein Solcher kann sich dann dadurch helfen, dass er die Beleuchtung auf Null herabsetzt oder die Augen ganz schliesst. Denn im Grunde bleibt der Versuch auch dann noch ebenso beweisend, obgleich es sich dann gar nicht mehr um die simultane, sondern um die successive Lichtinduction handelt, welche ich in meiner ersten Mittheilung besprochen habe. Ohnediess wird ja der Leser schon erkannt haben, dass die successive Lichtinduction nichts weiter ist, als die deutlicher hervortretende Fortsetzung der simultanen.

Die letztbeschriebene Abänderung des Versuchs, wobei man also nur noch das negative Nachbild vor sich hat, ist nun desshalb besonders beweisend, weil dabei das Nachbild nach einiger Zeit in eine Phase tritt, bei welcher man nichts mehr sieht, als nur das hellleuchtende Nachbild des schmalen, schwarzen Streifens auf einem gleichmässig dunklen Grunde, während man nach der Ermüdungstheorie vielmehr entweder das dunkle Nachbild des



weissen, in der Mitte ausgeschnittenen Streifens auf gleichmässig hellerem Grunde oder aber gar nichts sehen müsste.

Die Vertreter der Ermüdungstheorie dürfen nicht einwenden, dass die oben beschriebene Erscheinung aus einer verschiedenen Ermüdbarkeit der centralen und der peripheren Netzhaut zu erklären sei, denn dass hierin nicht der wesentliche Grund der Erscheinung liegt, geht aus dem in §. 6 meiner ersten Mittheilung beschriebenen Versuche hervor. Man fixire den Punkt *a* des in Fig. 1 verkleinert dargestellten Gesichtsfeldes $^1/_2$—1 Minute lang, schliesse und verdecke dann die Augen, und man wird finden, dass das Nachbild des schwarzen Querstreifens viel heller erscheint, als der symmetrisch gelegene Theil des Grundes auf der andern Sehfeldhälfte, und auch hier wird man Phasen erhalten, wo der Unterschied zwischen rechter und linker Sehfeldhälfte ganz undeutlich wird, während das Nachbild des Querstreifens allein hell auf dunklerem Grunde erscheint. Oder man fixire die Grenzlinie eines zur Hälfte schwarzen, zur andern weissen Gesichtsfeldes, während auf letzterer noch ein schwarzer Streifen parallel zur Grenzlinie und nicht weit von ihr gelegen ist, und man wird im negativen Nachbilde des geschlossenen Auges ganz Analoges, wie bei den andern Versuchen, beobachten.

Die beschriebenen Versuche haben gelehrt, dass dunkle Felder auf hellem Grunde bei längerer Fixation desshalb immer heller werden, weil von der umgebenden hellen Fläche Licht auf sie inducirt wird, welches immer deutlicher hervortritt, je mehr man die objective Beleuchtung mindert. Denn dieses Hellerwerden trat nur an denjenigen objectiv dunklen Stellen besonders deutlich hervor, welche an objectiv helle Flächen angrenzten oder von solchen umgeben waren, während doch die Ermüdung auf allen dunklen Theilen der Netzhaut gleichmässig ausgeschlossen blieb: Beweis, dass das simultane inducirte Licht wirklich auf einer veränderten Erregung und Empfindung, nicht aber auf einer durch unbewusste Schlüsse hervorgerufenen falschen Vorstellung beruht.

§. 17.

Vom Zusammenhange zwischen dem simultanen Contraste, der simultanen und der successiven Lichtinduction.

Die Veränderung, welche die Erscheinungen der simultanen Lichtinduction zeigten, wenn die objective Beleuchtung gemindert wurde, lehrte uns schon, dass die simultane Lichtinduction ohne scharfe Grenze in die successive übergehen kann, und es wurde dadurch anschaulich gemacht, wie beide Erscheinungen im Grunde identisch sind. Daher müssen die innigen Beziehungen, welche, wie ich in §. 12 meiner zweiten Mittheilung hervorhob, zwischen successiver Lichtinduction und simultanem Contraste bestehen, auch zwischen diesem und der simultanen Lichtinduction vorhanden sein, was denn auch bei den vorhin beschriebenen Versuchen ganz deutlich hervortritt. Der Zusammenhang aller drei Vorgänge ist nämlich dieser: Im Beginne der fixirenden Betrachtung einer Grenzlinie zwischen Hellem und Dunklem erscheint das Dunkle, besonders in unmittelbarer Nähe des Hellen, noch dunkler, als es bei Abwesenheit des Hellen erscheinen würde — simultaner Contrast —; setzen wir aber die Fixation längere Zeit fort, so nimmt die anfängliche Verdunklung wieder mehr und mehr ab und geht allmälig in eine Erhellung über, die abermals in unmittelbarer Nähe der Grenzlinie am deutlichsten ist — simultane Lichtinduction —; diese Erhellung endlich bleibt noch längere Zeit sichtbar, auch wenn wir das objectiv Helle als die veranlassende Ursache entfernen oder die Helligkeit desselben stark herabsetzen oder das Auge schliessen — successive Lichtinduction. — Mit andern Worten, der simultane Contrast schlägt bei fortgesetzter Fixation allmälig in sein Gegentheil um, und diese sozusagen negative Phase des Simultancontrastes dauert auch nach Abschwächung oder Entfernung des objectiv Hellen noch eine gewisse Zeit hindurch fort.

Dies ist in den gröbsten Umrissen der Zusammenhang zwischen den bis jetzt geschilderten drei Vorgängen, welche, wie

ich zeigte, alle drei und jeder für sich beweisen, dass die Erregung und Empfindung einer Netzhautstelle nicht blos von der eignen, sondern auch von der Beleuchtung der übrigen Netzhaut abhängt.

Über successiven Lichtcontrast.

§. 18.

Die Erklärung des successiven Contrastes aus der Ermüdung ist unzureichend.

Hat man einen Streifen weissen Papiers auf schwarzem Grunde eine Zeit lang fixirt und entfernt dann rasch den Streifen, so erscheint im Allgemeinen die entsprechende Stelle des Grundes dunkler als zuvor. Die übliche Erklärung hiefür ist bekanntlich folgende: Die vom Lichte des weissen Streifens beleuchtete Netzhautstelle wird stärker ermüdet, als die übrige Netzhaut, und empfindet darum nach Entfernung des Streifens das schwache Licht des schwarzen Grundes noch schwächer, als die übrige Netzhaut.

Die nähere Beobachtung des ganzen Verlaufes eines solchen Nachbildes lehrt jedoch, dass diese Erklärung durchaus nicht zureichend ist.

Erstens nämlich nimmt das negative Nachbild keineswegs stetig an Deutlichkeit ab, sondern schwindet zwar allmälig und verschwindet endlich ganz, aber nur um nach einiger Zeit und ohne jeden äussern Anlass wieder hervorzutreten, verschwindet abermals und kehrt nochmals wieder etc.; und zwar ist der zeitliche Ablauf aller dieser Phasen des Nachbildes kein regelloser, sondern folgt bestimmten Gesetzen. Zweitens kommt es vor, *dass das negative Nachbild in gewissen Phasen eigentlich gar nicht dunkler erscheint als der Grund, sondern nur dunkler als die nächst umgebenden Theile des Grundes*: alles Thatsachen, welche leicht zu bestätigen sind und sich aus der Ermüdung nicht nur nicht erklären lassen, sondern sogar gegen die Annahme sprechen, dass es sich hier um eine blosse Ermüdungserscheinung handle.

Legt man auf einen hellen weissen Grund einen tief dunklen Streifen und fixirt letzteren anhaltend, so sieht man nach Entfernung desselben die entsprechende Stelle des Grundes bedeutend heller, und auch dieses Nachbild nimmt nicht stetig an Helligkeit ab, sondern erscheint nach dem erstmaligen Verschwinden ein- oder mehrmals wieder, ehe es endgiltig verklingt.

Blinzeln, Bewegungen des Auges etc. stören einigermassen den gesetzmässigen Verlauf der Nachbilderscheinungen und sind desshalb möglichst zu vermeiden. Dass aber das periodische Verschwinden und Wiedererscheinen der Nachbilder nicht lediglich durch derartige zufällige Störungen bedingt ist, erkennt man schon, wenn man solche Versuche öfter anstellt, und insbesondere wird es durch längere Versuchsreihen erwiesen, weil dabei die Zufälligkeiten immer mehr hinter der Gesetzmässigkeit zurücktreten. Ich muss mich also mit Aubert gegen Helmholtz erklären, welcher das periodische Verschwinden der Nachbilder lediglich auf Zufälligkeiten zurückführen will.

Ganz unverträglich mit der Ermüdungshypothese ist ferner die Thatsache, dass selbst sehr deutliche negative Nachbilder in deutliche positive übergehen können. Fixire ich z. B. eine Gasflamme etwa 20'' lang und blicke dann auf ein hell beleuchtetes weisses Papier, so entwickelt sich mir zuerst ein, abgesehen von der sonstigen Färbung, fast schwärzlich zu nennendes negatives Nachbild, welches aber nach einiger Zeit in ein deutlich positives übergeht, um nachher wieder negativ zu werden. Hier habe ich also die betreffende Netzhautstelle sehr stark „ermüdet“, und dennoch empfindet sie nach einiger Zeit das helle Weiss des Papiers noch heller, als die nicht durch das Flammenbild ermüdete Netzhaut.

Je schwächer der Grund leuchtet, auf welchem man ein negatives Nachbild sich entwickeln lässt, desto leichter wird es vorübergehend positiv; am leichtesten natürlich bei verschlossenen und verdunkelten Augen. Absichtlich aber habe ich den ungünstigsten Fall angeführt, bei welchem das Nachbild auf einer hellen weissen Fläche positiv werden muss. Auch diese vorübergehende Umwandlung negativer Nachbilder in positive folgt bestimmten Gesetzen und ist keineswegs auf zufällige mechanische oder psychische Einflüsse zurückzuführen.

Indessen will ich gern zugeben, dass sich die Ermüdungshypothese gegenüber diesen Einwendungen durch allerlei Hülfshypothesen helfen könnte, und es sollen diese Einwendungen hier zunächst nur lehren, dass jene Hypothese nur diejenigen Phasen der Nachbilder berücksichtigt, welche eben zu ihr passen, die andern aber, welche an sich genau ebenso wichtig sind, ganz und gar unerklärt lässt.

Aber wenn es auch alle diese noch unerklärten Phasen nicht gäbe, schon allein die Helligkeitsverhältnisse gerade derjenigen Phasen, auf welche sich die Ermüdungshypothese ausschliesslich stützt, würden eindringlich genug gegen dieselbe zeugen.

Man betrachte eine weit ausgedehnte, weisse und hell beleuchtete Fläche 20 bis 30'' lang und suche sich Rechenschaft zu geben von der Helligkeitsabnahme, welche die Fläche während dieser Betrachtung erleidet. Dann nehme man einen schmalen, weissen Streifen von derselben Helligkeit wie jene Fläche, lege ihn auf einen dunklen Grund, und nachdem man mehrere Minuten die Augen ausruhen liess, fixire man einen Punkt des Streifens ebenso lange wie zuvor die weisse Fläche. Hierauf blicke man wieder auf die letztere, und man wird einen dunkelgrauen Streifen sehen, *dessen scheinbare Helligkeit viel geringer ist, als die scheinbare Helligkeit der weissen Fläche nach 30'' langer Betrachtung war.* Man mache den Versuch in umgekehrter Reihenfolge, und man wird wieder dasselbe Ergebniss haben.

Jeder Unbefangene wird nach diesen Versuchen erstaunt sein zu hören, dass dem Weiss, welches er auf der hellen Fläche nach 30'' langer Betrachtung sieht, genau dieselbe Empfindung zu Grunde liege, wie dem Dunkelgrau, welches ihm in dem Nachbilde des 30'' lang betrachteten hellen Streifens auf der hellen Fläche erscheint, und dass nur seine unbewussten falschen Schlüsse der Grund sind, dass er sich beide, an sich gleiche Empfindungen so verschieden vorstellt.

Nach der spiritualistischen Theorie nämlich sollen wir die bei anhaltender Fixation einer weissen Fläche eintretende Abnahme der Helligkeitsempfindung nur deshalb nicht in ihrem

vollen Masse wahrnehmen, weil wir die ursprüngliche Helligkeitsempfindung nicht zum Vergleiche daneben haben. Wenn wir dagegen das negative Nachbild des weissen Streifens auf der weissen Fläche sehen, so kann die Empfindung der ermüdeten Netzhautpartie mit derjenigen der unermüdeten unmittelbar verglichen werden, und deshalb soll uns nun der grosse Unterschied beider Empfindungen erst zum Bewusstsein kommen.

Mit demselben Rechte, mit welchem die spiritualistische Theorie alle successiven Contrasterscheinungen oder negativen Nachbilder einzig und allein aus der Ermüdung für Weiss erklärt — soweit es sich nicht um Farben im engern Sinne handelt —, könnte man dieselben Erscheinungen auch aus der Ermüdung für Schwarz erklären.

Wie nämlich eine weisse Fläche bei längerer Betrachtung immer dunkler erscheint, so erscheint eine schwarze Fläche dabei immer heller. Wenn nun Einer annehmen wollte, die Empfindung des Hellen oder Weissen beruhe nicht auf einer im Vergleich zum Ruhezustand der Netzhaut gesteigerten Erregung derselben, sondern darauf, dass die Empfindung des Dunklen oder Schwarzen, durch welche sich das innere Leben (der Stoffwechsel oder wie man will) der Netzhaut manifestire, durch das äussere Licht mehr oder minder gehemmt werde, welche Hemmung man eben als gemindertes Dunkel, d. h. als Helligkeit empfinde: so würde er unter Beihülfe der unbewussten falschen Urtheile und Schlüsse alle Erscheinungen des successiven Contrastes ebensogut erklären können, wie dies jetzt aus der angenommenen Ermüdung für Weiss geschieht. Und wenn gar Einer käme und sagte, das „Sensorium" ermüde für die von der Netzhaut her erweckte Empfindung des Dunklen ebenso leicht, als für die von ebendaher erweckte Empfindung des Hellen, so würde er noch leichteres Spiel und gar nicht nöthig haben, so künstliche Hülfshypothesen zu machen, wie sie jetzt gemacht werden müssen.

§. 19.
Vom Antheile der successiven Lichtinduction an den Erscheinungen des successiven Contrastes.

Wer häufig Nachbilder im geschlossenen Auge beobachtet hat, wird wissen, dass in Fällen, wo ein deutliches negatives Nachbild eines gut fixirten, hellen Objectes auf dunklem Grunde eigentlich gar nicht zur Entwicklung kommt, doch die Umrisse des hellen Objectes häufig im verdunkelten Gesichtsfelde des geschlossenen Auges wieder zu erkennen sind an mehr oder minder breiten, nach der einen Seite scharf absetzenden, nach der andern verwaschenen Streifen, welche sich vom dunklen Grunde durch etwas grössere Helligkeit unterscheiden lassen. Hat man z. B. die Grenzlinie eines zur linken Hälfte dunklern, zur rechten Hälfte hellern Gesichtsfeldes wenige Sekunden lang bei schwacher Beleuchtung fixirt und schliesst dann die Augen, so beschränkt sich öfters das negative Nachbild im geschlossenen Auge lediglich auf einen senkrecht durch das Gesichtsfeld gehenden Nebelstreif, welcher nach rechts scharf abgeschnitten ist, nach links hin verschwimmt, während der Grund allenthalben gleich dunkel erscheint. Oft stellt sich das negative Nachbild wenigstens im Beginne seiner Entwicklung in dieser Weise dar, und erst nachher bemerkt man eine stärkere Verdunklung der rechten Gesichtsfeldhälfte, beginnend von dem Streifen und sich weiter und weiter nach rechts verbreitend, während die linke Hälfte ebenfalls vom Streifen her allmälig heller wird.

Der Leser, welcher meine früheren Mittheilungen kennt, weiss bereits, dass dieser nebelhafte, die Grenze des negativen Nachbildes der weissen Fläche markirende Streifen die Folge einer unter den angeführten Bedingungen nur schwachen Lichtinduction und also die erste Andeutung jenes „Lichthofes“ ist, welcher immer das negative Nachbild eines hellen, auf dunklem Grunde betrachteten Objectes im Sehfelde des geschlossenen Auges umgibt.

Nicht die grössere Dunkelheit der zuvor stärker erregten (ermüdeten) Netzhautstellen ist es also, durch die sich das negative Nachbild in solchen Fällen zuerst verräth, sondern der

durch die Induction erzeugte Lichthof: das inducirte Licht zeichnet hier zuerst und bisweilen allein die Umrisse des betrachteten hellen Objectes auf dem sonst gleichmässig dunklen Sehfelde des geschlossenen Auges ab.

Hieraus geht, auch wenn wir von der successiven Lichtinduction weiter gar nichts wüssten, die hohe Bedeutung derselben für die Entwicklung der negativen Nachbilder hervor.

In der That, mit grösserem Rechte, als die jetzige Theorie alle negativen Nachbilder aus der Ermüdung ableitet, liessen sie sich aus der successiven Lichtinduction erklären, wenn man sich dazu verstehen wollte, die unbewussten Schlüsse zu Hilfe zu nehmen.

Man lege auf einen weit ausgebreiteten, schwarzen Grund zwei grosse, weisse Blätter so, dass sie vom schwarzen Grunde nur einen Streifen von 1 cm Breite frei lassen. Dann mache man auf der Mitte dieses Streifens eine kleine, weisse Marke und fixire dieselbe einige Zeit. Wenn man dann rasch die beiden weissen Blätter wegnimmt oder besser wegnehmen lässt, so erscheint auf dem nun schwarzen Grunde das negative Nachbild, welches im inducirten Lichte leuchtet. Je länger die Fixation des Vorbildes währte, desto heller ist im Allgemeinen das Nachbild.

Aus der Ermüdungshypothese erklärt sich dieses manchmal geradezu leuchtende Nachbild nur höchst gezwungener Weise unter Beihülfe der spiritualistischen Contrastlehre. Der Unbefangene wird die Erklärung aus der Lichtinduction viel entsprechender finden, denn er wird nur ungern glauben, dass das helle Nachbild, welches er sieht, eigentlich noch dieselbe Empfindung, dasselbe Schwarz ist, welches er gleich beim ersten Blick auf dem schwarzen Streifen sah.

Nun mache man den entgegengesetzten Versuch: man lege grosse schwarze Blätter in der oben beschriebenen Art auf einen weissen Grund und fixire anhaltend den weissen Streifen. Dann entferne man rasch die schwarzen Blätter und man wird das negative Nachbild sehen als dunkleren Streifen auf hellem Grunde. Je länger die Betrachtung des Vorbildes, desto dunkler dieses Nachbild.



Wollte man auch dieses Nachbild lediglich aus der successiven Lichtinduction erklären, so müsste man sagen, der helle Streifen im Vorbilde habe Licht auf die zuvor dunklen Theile der Netzhaut inducirt, welches inducirte Licht sich nach Entfernung der schwarzen Blätter zu dem nun sichtbar werdenden objectiven Lichte gleichsam hinzuaddire, daher die früher dunklen Theile des Gesichtsfeldes jetzt heller erscheinen müssen, als der Streifen. Dieser selbst werde eigentlich nicht dunkler empfunden, als zu Anfang der Betrachtung, sondern erscheine uns nur so im Contraste gegen die hellere Umgebung.

Aber der Unbefangene müsste jetzt diese Erklärung des dunklern negativen Nachbildes aus der blossen Lichtinduction ebenso unannehmbar finden, als vorhin die Erklärung des hellern negativen Nachbildes aus der Ermüdung, und zwar auch wieder deshalb, weil der Augenschein so stark dagegen spricht. Denn jenes dunklere Nachbild erscheint eben grau oder sogar dunkelgrau, nicht aber weiss, und es ist schwer, Jemandem einreden zu wollen, dass das, was er dunkelgrau sieht, eigentlich ebenso weiss von ihm empfunden wird, wie anfangs der weisse Streifen zwischen den schwarzen Blättern. Gern glaubt jeder, dass sein Auge ihn über die wirkliche Helligkeit des Streifens täuschen könne und dass wirklich der weisse Grund auch an Stelle des Nachbildes nicht dunkler ist, als anderswo, aber dass sein Urtheil, und noch dazu ein „unbewusstes“, ihn so über seine Empfindung täuschen könne, das glaubt er nicht so leicht.

Ich würde in der That denselben Fehler begehen, welchen ich vorhin der jetzt geltenden Theorie vorwarf, wenn ich, nachdem ich das thatsächliche Vorhandensein der successiven Lichtinduction erwiesen habe, nun alle Erscheinungen des successiven Contrastes daraus erklären wollte; es galt aber, hier nochmals darzuthun, wie leicht alle Räthsel der Empfindung zu lösen sind, wenn man sich je nach Bedarf spiritualistischer Ausflüchte bedient.

Dass eine Netzhautstelle, auf welche äusseres Licht eingewirkt hat, im Allgemeinen eine schwächere sogenannte Erregbarkeit für dieses selbe Licht hat, als eine zuvor nicht von

diesem Licht getroffene Stelle, dies will ich durchaus nicht bestreiten, sondern werde später diese Veränderung der Erregbarkeit ausführlich zu erörtern haben. Dagegen aber darf nun auch auf Grund dieser Mittheilungen verlangt werden, dass die successive Lichtinduction und ihre sehr wesentliche Mitwirkung bei den Erscheinungen des successiven Contrastes anerkannt werde.

§. 20.

Schlussbemerkungen.

Durch die vorliegende und die beiden früheren Mittheilungen hoffe ich im Leser wenigstens so viel Zweifel an der Richtigkeit der jetzt herrschenden Theorie der Gesichtsempfindungen erweckt zu haben, als nöthig ist, um für eine neue Theorie zugänglich zu werden.

Ich hätte, wenn ich nicht Furcht vor der Ermüdung des Lesers gehabt hätte, von den zahlreichen Thatsachen, welche mit jener Theorie nicht in Einklang zu bringen sind, noch so manche anführen und insbesondere die Erscheinungen der Induction und des Contrastes auch noch an den Farbenempfindungen erläutern können. Aber ich halte es für zweckmässiger, nunmehr sogleich die Grundzüge meiner Theorie selbst darzulegen und dann aus derselben nach und nach die Thatsachen gruppenweise zu entwickeln. Was die Farben (im engern Sinne) betrifft, so sei hier nur soviel bemerkt, dass die Erscheinungen der Induction und des Contrastes sich ebenso wie zwischen Schwarz und Weiss oder Dunkel und Hell, auch zwischen Blau und Gelb und zwischen Grün und Roth erzeugen lassen, sodass man im Allgemeinen alle in diesen Mittheilungen angegebenen Versuche ins Farbige übersetzen kann, wenn man festhält, dass sich Schwarz zu Weiss verhält wie Blau zu Gelb und wie Grün zu Roth.



Über Reflexe auf die Athmung bei Zufuhr einiger flüchtiger Substanzen zu den unterhalb des Kehlkopfes gelegenen Luftwegen.

Von Dr. **Philipp Knoll**,
a. o. Professor in Prag

(Mit 4 Tafeln.)

(Aus dem physiologischen Institute zu Prag.)

Die Widersprüche, welche früher hinsichtlich der Art des reflectorischen Einflusses des Nervus vagus auf die Athembewegung bestanden, fanden bekanntlich ihre Lösung durch die von Hering und Breuer gemachte Beobachtung, dass die pulmonalen Vagusenden bald in- bald exspiratorisch wirken.[1]

Die Thatsache, dass der jeweilige Ausdehnungszustand der Lunge allein genügt, den Vagus derart zu erregen, dass er eine inspiratorische oder beziehungsweise exspiratorische Wirkung auf reflectorischem Wege erzielt, liess erwarten, dass durch verschiedene andere natürliche Reize von den pulmonalen Vagus-Enden aus ähnliche Wirkungen hervorzurufen sind.

Diese Erwartung war um so berechtigter, als bereits eine Mittheilung von Bernt[2] über eine reflectorisch durch den Vagus vermittelte Abänderung der Athembewegung bei Zufuhr reiner Kohlensäure zu den Lungen vorliegt.

Das Interesse, welches dieser Gegenstand sowohl von rein theoretischem Standpunkte aus, wegen seiner Beziehungen zur

---

[1] Die Selbststeuerung der Athmung durch den Nervus vagus. Sitzungsberichte der Wiener Akademie, LVII Band, II. Abtheilung.

[2] Over den invloed van verschillende gassen op de adembeweging. Onderzoekingen gedaan in heet physiolog. laborat. der Utrechtsche hoogeschool. Tweede reeks. III. 1870.

Theorie der Respirationsbewegungen, als von dem praktischen Gesichtspunkte aus bietet, die Wirkung verschiedener Substanzen, welche öfter dem Organismus mit der Respirationsluft zugeführt werden, näher zu analysiren, veranlassten mich zu einer Untersuchungsreihe, über deren einen Theil die vorliegenden Blätter berichten sollen.

Die Empfindlichkeit, mit welcher die Nasenschleimhaut auf Chloroform, Äther und andere flüchtige Substanzen reagirt, wie dies seit Kratschmer's[1] Untersuchungen bekannt ist, legte es nahe, vor allem diese Substanzen als Reizmittel für die Schleimhaut der übrigen Luftwege zu versuchen. Die Abänderungen, welche die Athembewegung durch Einwirkung dieser Reize auf die Nasenschleimhaut erfährt, liessen aber gleichzeitig den Ausschluss eines von der Nasenschleimhaut ausgelösten Reflexes als erstes Erforderniss der betreffenden Versuche erscheinen.

Um diesem Erforderniss gerecht zu werden, wurde die nachfolgend beschriebene Versuchsanordnung gewählt.

Zur Verzeichnung der Respiration des Versuchsthieres wurde ein nach Angabe des Herrn Prof. Hering in der Werkstätte des hiesigen physiologischen Institutes verfertigter Apparat benützt, der auf demselben Principe beruht wie eine von Marey[2] zur Verzeichnung der durch die Respiration bedingten Volumsschwankungen kleinerer Versuchsthiere benützte Vorrichtung.

Das Versuchsthier — Kaninchen — wurde in sitzender Stellung an den Boden eines rechteckigen auf hohen Füssen stehenden Blechkastens gefesselt.

Eine an den Rändern des Bodens laufende Rinne nahm die, mit der grösstentheils gläsernen Decke fest verbundenen Seitenwände des Kastens auf.

Der luftdichte Verschluss in jener Rinne wurde durch Talg hergestellt. Ein in die eine kurze Seitenwand eingepasstes Abzugsrohr wurde mit einem Marey'schen Cardiographen verbunden, ein zweites Abzugsrohr an der andern kurzen Seiten-

---

[1] Über Reflexe von der Nasenschleimhaut auf Athmung und Kreislauf. Berichte der Wiener Akademie. LXII. Band. II. Abtheilung.

[2] Du mouvement dans les fonctions de la vie. Paris 1868. p. 165.



wand war in der Regel geschlossen, wurde aber zeitweilig geöffnet, um die Spannung der in dem Kasten eingeschlossenen, durch die Wärmeabgabe von Seiten des Versuchsthieres allmälig höher temperirten Luft zu vermindern. In die Decke des Kastens war ein feintheiliger Thermometer eingefügt, um die Temperaturschwankungen im Innern des Kastens verfolgen zu können. Die Lunge des Versuchsthieres communicirte mit der athmosphärischen Luft durch eine den Boden des Respirationskastens durchbohrende Canüle, welche durch einen kurzen Kautschukschlauch mit der winklig gebogenen Trachealcanüle verbunden wurde.

Der luftdichte Verschluss an den Stellen, wo der Respirationskasten von den oben erwähnten Röhren und Instrumenten durchbohrt war, wurde durch Kautschukstöpsel hergestellt.

Die Vortheile dieser Methode, die Respiration zu verzeichnen, vor jenen Methoden, welche entweder nur die Bewegung einzelner Punkte des Thorax oder die Druckschwankungen im Innern des Thorax bei der Respiration wiedergeben, sind einleuchtend. Für die von mir projectirte Untersuchungsreihe kam noch der Vortheil hinzu, dass hierdurch ohne weitere besondere Vorkehrungen eine Erregung der Nerven der Nasenschleimhaut durch die verwendeten, mit der Einathmungsluft in die Trachea gelangenden Reizmittel vollständig ausgeschlossen wurde.

Die durch den Cardiographen geschriebenen Curven der Respirationsbewegungen, welche man mit diesem Apparate erhält, zeichnen sich durch Wiedergabe von ganz insufficienten, bei der Beobachtung des Versuchsthieres durch die gläserne Decke kaum mehr wahrnehmbaren Athembewegungen aus.

Ist der Cardiograph empfindlich genug, so werden bei vollständig erschlafftem Zwerchfell sogar die durch die Contractionen des Herzens bedingten Volumsschwankungen ganz deutlich verzeichnet.

In der Regel verhielten sich die Kaninchen während der ganzen Versuchsdauer vollständig ruhig, und die Respirationscurven zeigten, abgesehen von absichtlich herbeigeführten Abänderungen der Athembewegungen, eine grosse Regelmässigkeit.

Selten kam ein Thier vor, welches stärkere Anstrengungen machte, sich von seinen Fesseln zu befreien, und durch die hiemit verknüpften heftigen und ungleichmässigen Athembewegungen die Regelmässigkeit der im Ganzen dann meistens rasch und beträchtlich ansteigenden Curve störte. Doch handelte es sich auch in solchem Falle immer nur um kurz dauernde Unterbrechungen der übrigens regelmässigen, als Vergleichsbasis brauchbaren Curven.

Die Verzeichnung der Curven durch den Cardiographen geschah auf berusstem Papier, auf welchem gleichzeitig die Schläge eines Metronoms und Eintritt sowie Dauer einer Reizeinwirkung durch Electromagneten in der bekannten Weise notirt wurden.

Die Zufuhr der als Reizmittel verwendeten flüchtigen Substanzen erfolgte anfangs in der Weise, dass man kleine Glasgefässe mit diesen Substanzen an die den Boden des Respirationskastens durchbohrende Canüle brachte. Zum Vergleich liess man zeitweise aus gleich grossen, reinen, leeren Glasgefässen athmen.

Später wurde eine andere Versuchsanordnung gewählt, um während und ausserhalb der Zeit der Reizeinwirkung alle übrigen auf die Respiration Einfluss nehmenden Verhältnisse beständig ganz gleichmässig zu erhalten.

Das den Boden des Respirationskastens durchsetzende Rohr wurde dabei mit einer gabelig getheilten Canüle verbunden.

Die Gabelung der Canüle war an dem ungetheilten Canülenstücke durch einen Schieber leicht zu verrücken. Ein kleiner Ruck genügte, um bald das eine, bald das andere Rohr der Gabelung mit dem ungetheilten Canülenstücke communiciren oder dasselbe luftdicht abschliessen zu lassen. Die beiden Röhren der Gabelung wurden durch Kautschukschläuche von grossem Durchmesser mit zwei horizontal liegenden olivenförmigen, an beiden Enden mit weiten Mündungen versehenen Glasgefässen verbunden. In das eine dieser Glasgefässe wurde die als Reizmittel gebrauchte flüchtige Substanz gebracht, und die freie Mündung desselben, um die Erfüllung der Atmosphäre mit deren Dämpfen zu verhüten, durch einen gut schliessenden Korkpfropf so lange verschlossen, als das Versuchsthier durch das andere Glasgefäss athmete. Sollten nun die Dämpfe der betreffenden Flüssigkeit mit der atmosphärischen Luft ein-

geathmet werden, so wurde der Pfropfen gelüftet und der Schieber verstellt, und ohne jede Unterbrechung der Respiration war die Zufuhr des Reizmittels bewerkstelligt.

Die Resultate waren übrigens bei der einen wie bei der andern Art der Reizzufuhr dieselben.

Als Reizmittel wurden Chloroform, Äther, Benzin, Senföl und Ammoniak benützt. Ausserdem wurde noch eine grössere Anzahl von Versuchen über die Veränderung der Respiration bei Einathmung reiner Kohlensäure sowie eines Gemenges von Kohlensäure und atmosphärischer Luft angestellt.

Vor Mittheilung der Resultate sei noch einmal darauf hingewiesen, dass die Nasenschleimhaut vor der Einwirkung des jeweiligen Reizmittels vollständig geschützt war.

I. Einathmung von Chloroform oder Ätherdämpfen ruft reflectorisch, unter Vermittelung des Vagus, Beschleunigung und Verflachung der Respirationsbewegungen bei tieferer Stellung des Zwerchfells hervor.

Athmet ein Kaninchen, dessen Vagi unversehrt sind, durch kurze Zeit (2—10 Sekunden) Chloroformdämpfe ein, so tritt eine beträchtliche, in der Regel schon beim zweiten der nach Beginn der Reizung gemachten Athemzüge wohl ausgeprägte, rasch anwachsende und bei neuerlicher Zufuhr reiner atmosphärischer Luft bald wieder abnehmende Beschleunigung der Respiration ein. Die Grösse der Beschleunigung ist eine nach der ursprünglichen Zahl der Athemzüge in der Zeiteinheit wechselnde, und nimmt ab, wenn die Zufuhr der Chloroformdämpfe öfter wiederholt wird, während die Respirationszahl überhaupt in diesem Falle sich allmälig etwas erhöht. In der Mehrzahl der Fälle steigt die Respirationszahl während der Chloroformathmung auf das Zwei- und Dreifache der ursprünglichen Grösse. (Tafel I, Fig. 1—6.)[1]

---

[1] Es sei gleich an dieser Stelle hervorgehoben, dass bei der von mir benützten Methode, die Respirationen zu verzeichnen, die Inspirationen auf die Erhebungen, die Exspirationen auf die Senkungen der einzelnen Athemwellen fallen.

Gleichzeitig mit der Beschleunigung tritt in der Regel, und zwar am deutlichsten bei den ersten Reizungen der Respirationsschleimhaut des Versuchsthieres durch die Chloroformdämpfe ein rasches und ziemlich beträchtliches Ansteigen der gesammten Respirationscurve ein, während die Höhe der einzelnen Respirationswellen bedeutend abnimmt, oft auf ein Sechstel der früheren Höhe zusammenschrumpft. Es treten also frequente flache Respirationen bei im Ganzen erweiterter Brusthöhle ein. (Tafel I, Figur 1 und 2.)

Manchmal erscheinen wohl die Thäler, nicht aber auch die Gipfel der stark verflachten Athemwellen in der Respirationscurve höher gerückt. (Tafel I, Figur 3, 4, 5.) Die Ausdehnung der Brusthöhle überschreitet in diesen Fällen also das gewöhnliche Maass nicht, aber die Schwankungen des Brustraumes bei der Respiration erscheinen der Inspirationsstellung wesentlich näher gerückt.

Nach öfter wiederholter Reizung war ferner einigemal weder eine erhebliche Erhöhung der Respirationscurve, noch eine bedeutendere Verflachung der Athemzüge zu bemerken, sondern beinahe lediglich eine beträchtliche Beschleunigung der Respiration. (Tafel IV, Fig 4.) Endlich muss ich erwähnen, dass ich dagegen wieder einigemal kurzdauernden Stillstand der Athembewegung in Inspirationsstellung, einen wahren Inspirationstetanus, bei der Chloroformzufuhr beobachtet habe. (Tafel I, Fig. 6.)

Das Absinken der Respirationscurve auf die ursprüngliche Höhe und eine neuerliche Vertiefung der Respirationswellen geht nahezu parallel mit der Abnahme der Beschleunigung. Wenige Sekunden nach neuerlicher Zufuhr reiner atmosphärischer Luft ist der Verlauf der Respirationscurve, abgesehen von einer zurückgebliebenen sehr geringen Beschleunigung der Respiration, derselbe wie vor der vorgenommenen Chloroformreizung.[1]

---

[1] Es könnte die Ansicht geltend gemacht werden, dass der beschriebene Curvenverlauf stets Ausdruck eines Inspirationstetanus sei, während dessen Bestehen in der Mehrzahl der Fälle heftige, durch Reizung von Laryngeusfasern bedingte Schluckbewegungen, kleine passive Zwerchfellsbewegungen hervorrufen. Bekanntlich hat Bidder (Beiträge zur Kenntniss der Wirkung des N. laryng. super. Archiv für Anatomie und Physiologie 1865) ein solches Verhältniss für den durch Reizung des Laryngeus superior bedingten Exspirationstetanus nachgewiesen. Ab-

Einathmen von Ätherdämpfen ruft denselben Effect wie das Einathmen von Chloroform, jedoch in schwächerem Maasse, hervor. (Tafel I, Figur 8.)

Beschleunigung und Verflachung der Respiration sowie das Ansteigen der Respirationscurve sind während kurzdauernder Ätherathmung deutlich ausgeprägt, aber selbst bei Thieren, an denen noch keinerlei Reizversuche vorgenommen wurden in geringerem Grade, als bei der Chloroformathmung. Die schwächere Wirkung des Äthers spricht sich auch darin aus, dass bei Thieren, welche sich in leichter Äthernarcose befinden, die beschriebenen Veränderungen der Respiration bei Zufuhr von Chloroform noch ganz deutlich zur Beobachtung gelangen.

Werden einem Versuchsthiere, bei dem die Wirkung kurzdauernder Chloroform- und Ätherathmung vorher in der beschriebenen Weise festgestellt worden ist, die beiden Nervi recurrentes möglichst tief am Halse durchschnitten, so ruft die Zufuhr von Chloroform und Äther die beschriebenen Veränderungen in der Respiration noch ganz in derselben Weise hervor. Werden aber nun die Vagi selbst am Halse durchschnitten, so bleibt die beschriebene Wirkung der Einathmung von Chloroform oder Ätherdämpfen aus.

Wir haben es also mit einem durch die Vagi vermittelten Reflex zu thun, und der Umstand, dass dieser Reflex auch nach Durchschneidung der Nervi recurrentes möglichst tief am Halse noch zu Stande kommt, macht es wenigstens im hohen Grade wahrscheinlich, dass bei Vermittelung dieses Reflexes nicht etwa ausschliesslich die in der Trachea, sondern auch die in den Bronchien und in der Lunge selbst sich verzweigenden Vagusfasern mit im Spiele sind. Im Allgemeinen aber können wir mit

---

gesehen von andern Gründen, spricht gegen eine solche Annahme die allmälige Zunahme der verzeichneten Wellen bei dem Übergange der Chloroformcurve in die gewöhnliche Respirationscurve, und das Vorkommen aller Zwischenstufen zwischen der typischen Chloroformcurve und einer einfachen Beschleunigung der Respiration ohne wesentliche Abflachung der einzelnen Athemzüge bei öfter wiederholter Chloroformathmung.

Auch kann man sich durch directe Beobachtung von dem Auftreten kleiner abortiver Zwerchfellsbewegungen unter den oberwähnten Verhältnissen bei dem Fehlen aller heftigeren Schluckbewegungen überzeugen.

Sicherheit behaupten, dass Chloroform und Äther auf die in der Schleimhaut der unterhalb des Kehlkopfes gelegenen Luftwege sich verbreitenden Vagusenden erregend einwirken, und hiedurch entweder eine Beschleunigung der Respiration bei inspiratorischer Thoraxstellung oder einen vollständigen Inspirationstetanus hervorrufen. Es sind demnach bei dieser Erscheinung die inspiratorisch wirkenden Vagusfasern in Thätigkeit.

Sind die Vagi am Halse durchschnitten, so treten beim Einathmen von Chloroform und Äther wohl ebenfalls Veränderungen der Respiration ein, diese haben aber einen ganz andern Charakter als die vorher beschriebenen.

Unter diesen Verhältnissen bleiben die ersten vier, fünf oder noch mehr Athemzüge nach Beginn der Chloroformzufuhr vollkommen unverändert, was um so bemerkenswerther ist, als in Folge der Vagusdurchschneidung die Respiration bedeutend vertieft ist, und daher schon mit dem ersten Athemzuge jetzt eine weit grössere Menge von Chloroform in die Lungen aufgenommen werden muss, als vordem.

Die Veränderungen der Respiration aber, welche nachträglich noch zum Vorschein kommen, sind durchaus nicht bei jedem Versuchsthiere, ja nicht einmal bei jedem Versuche an ein und demselben Thiere, von gleicher Art. Es lassen sich dieselben im Allgemeinen als ein Wechsel zwischen Verlangsamung und Beschleunigung, Verflachung und Vertiefung der Athemzüge bezeichnen. Ein Ansteigen der Respirationscurve in toto, wie vor der Vagusdurchschneidung, ist dabei nie zu beobachten.

Eine nähere Schilderung der Respirationsveränderungen nach der Vagusdurchschneidung, welche durch die Einwirkung des Chloroforms auf die Nervencentren bedingt sind, behalte ich mir für eine demnächst erfolgende ausführliche Mittheilung über die Wirkung von Chloroform und Äther auf Respiration und Circulation vor.

Hier will ich nur darauf noch aufmerksam machen, dass bei Kaninchen mit intacten Vagis bei längerer Zufuhr von Chloroform oder nach mehrfacher Wiederholung der beschriebenen Reizversuche auch bei kurzdauernder Chloroformzufuhr der geschilderte Reflex und die nach der Vagusdurchschneidung zur Beobachtung kommende, secundäre Verän-

derung der Respiration sich gegenseitig durchkreuzen, oder in rascher Folge ablösen können, was wohl zu beachten ist bei einer etwaigen Wiederholung und Prüfung der von mir mitgetheilten Versuche.

Dass aber die secundäre Veränderung der Respiration nicht bei jeder etwas verlängerten Chloroforminhalation zum Vorscheine kommt, wenn die Vagi intact sind, dürfte wohl zum grössten Theile darauf zurückzuführen sein, dass die Respirationsbewegungen in diesem Falle, in Folge des eingetretenen Reflexes so unausgiebig sind, dass eine verhältnissmässig nur geringe Quantität von Chloroform eingeathmet wird.

II. Einathmung von Benzin- oder Senföldämpfen ruft bei intacten Vagis dieselbe reflectorische Veränderung der Athembewegung hervor wie Chloroform.

Führt man einem Kaninchen, dessen Vagi unversehrt sind, unter den vorher geschilderten Umständen mit der Einathmungsluft die Dämpfe von Senföl oder Benzin zu, so erhält man ähnlich wie bei der Zufuhr von Chloroform ein mehr oder weniger beträchtliches Ansteigen der Athmungscurve, bedeutende Beschleunigung der Athmung und eine, in der Regel aber nur mässige Verflachung der Athemzüge. (Tafel I, Figur 7.)

Die Beschleunigung hält noch lange nach der Reizzufuhr in beträchtlichem Maasse an. Der dauernd zurückbleibende Beschleunigungsrest ist bedeutender als bei der Chloroformzufuhr.

Bei Kaninchen mit durchschnittenen Vagis ruft selbst eine durch nahezu eine Minute fortgesetzte Zufuhr der genannten beiden Stoffe keine wie immer geartete Veränderung der Respiration hervor. Während also die Wirkung dieser Stoffe bezüglich des durch die Vagi vermittelten Reflexes der Wirkung des Chloroforms und Äthers im Ganzen gleichkommt, fehlen hier die bei jenen Substanzen durch die Änderung in dem Erregungszustande des centralen Nervensystems bedingten secundären Erscheinungen.

III. Athmet ein Kaninchen mit intacten Vagis Dämpfe von einer schwachen Ammoniaklösung ein, so treten dieselben Erscheinungen auf, wie bei Zufuhr von Chloroform, Äther, Benzin und Senföl.

Wird eine starke Ammoniaklösung verwendet, so kommen abwechselnd beträchtliche Verlangsamung, Vertiefung und länger dauernder Stillstand der Athmung in Exspirationsstellung, und Beschleunigung und Verflachung der Athembewegung in Inspirationsstellung zum Vorschein. Die ganze Erscheinungsreihe beruht auf einem durch die Vagi vermittelten Reflexe.

Wenn man unter den früher beschriebenen Cautelen ein Kaninchen mit intacten Vagis aus einem zum Theile mit einer schwachen Ammoniaklösung erfüllten Gefässe athmen lässt, so treten dieselben Veränderungen der Respiration ein, wie bei der Zufuhr von Chloroform- oder Äther-, von Benzin- oder Senföldämpfen.

Die Übereinstimmung mit den letzteren beiden Substanzen ist insoferne noch grösser wie jene mit den beiden ersten Substanzen, als auch hier die Verflachung keine so hochgradige, die Beschleunigung dagegen eine länger anhaltende ist wie bei Chloroform und Äther.

Bringt man aber nun eine starke Ammoniaklösung in das betreffende Gefäss, so kommt eine ganz andere Erscheinungsreihe zum Vorscheine. Es genügt eine 2—4 Sekunden anhaltende Zufuhr der Dämpfe des concentrirten Ammoniaks, um eine durch eine oder mehrere Minuten währende colossale Veränderung der Athmungscurve zu erzeugen.

In der weitaus grössten Anzahl der Fälle wurde folgender Curvenverlauf nach der Ammoniakzufuhr beobachtet. Der Beginn der Einathmung der Ammoniakdämpfe war durch eine ganz flüchtige 2—5 Athemzüge umfassende Beschleunigung der Athmung markirt. Dann trat sofort ein Stillstand der Respiration in Exspirationsstellung ein, während dessen der Stift des Cardiographen etwas unter das Niveau der vorhergehenden Athmungscurve sank. (Taf. II, Fig. I *a*.) Dieser Stillstand in Exspiration wurde nun zunächst durch einen meist sehr tiefen, dabei aber gewöhnlich kurz dauernden Athemzug unterbrochen, dem entweder ein zweiter weniger tiefer Athemzug, oder sofort neuerdings ein Stillstand in Exspirationsstellung folgte, der meistens beträchtlich länger anhielt als der erste.

Nun wechselten sehr tiefe Athemzüge mit dem Stillstand in Exspiration mehrmals ab. Dann wurde der Exspirationsstillstand allmälig immer kürzer und kürzer, die Athemzüge selbst wurden allmälig schneller und flacher. (Taf. II, Fig. I *a.*)

Bald wurden nur rasch aufeinanderfolgende, sich stetig verflachende durch keinen Exspirationstetanus mehr unterbrochene Athemzüge verzeichnet, während gleichzeitig ein beträchtliches Ansteigen der Respirationscurve in toto statt hatte. (Taf. II, Fig. I *b.*) Auf der Höhe dieser Steigerung betrug die Zahl der Athemzüge meist das Doppelte bis Dreifache der ursprünglichen Grösse, die einzelnen Athmungswellen waren sehr stark verflacht, manchmal so stark, dass sie kaum merkliche Erhebungen einer im Wesentlichen gerade verlaufenden Linie bildeten.

Mit dem nach wenigen Sekunden folgenden Absinken der Respirationscurve von dem Gipfelpunkte der Steigerung wurden die Respirationswellen allmälig auch wieder höher, die Athemzüge blieben aber dabei noch durch ein bis zwei Minuten stark beschleunigt, und es dauerte in der Regel mehrere Minuten, bis der ursprüngliche Curvenverlauf annähernd wieder hergestellt war.

Abweichungen von diesem als typisch zu bezeichnenden Verlauf der Ammoniakcurve kamen in selteneren Fällen entweder in der Richtung vor, dass das Ansteigen der Respirationscurve in der durch Beschleunigung und Verflachung der Athmung sich ausprägenden Phase der Ammoniakwirkung nicht sehr beträchtlich war, oder in der Richtung, dass die flacher gewordenen Athemzüge auf dem Gipfel der Steigerung der Respirationscurve nicht beschleunigt, sondern, und dann zwar vorzugsweise in ihrem inspiratorischen Theile, verlangsamt erschienen. (Taf. II, Fig. 2.)

Bei Kaninchen, deren Vagi vorher durchschnitten waren, brachte selbst eine über eine Minute anhaltende Zufuhr von Dämpfen einer schwachen oder starken Ammoniaklösung, und zwar auch dann, wenn keinerlei Reizung der Lungenschleimhaut vorhergegangen war, durchaus keine Veränderung der Athmung hervor.

Wir haben es also auch in diesem Falle lediglich mit einem durch die Vagi vermittelten Reflexe und nicht etwa mit einer Einwirkung auf das centrale Nervensystem zu thun. Hiezu muss

aber noch die Bemerkung gefügt werden, dass die Durchschneidung der Nervi recurrentes am Halse auch an dem Zustandekommen dieses Reflexes nichts zu ändern vermochte.

Diejenige Phase der Ammoniakwirkung, welche sich in tiefen, seltenen, durch längeren Exspirationsstillstand von einander getrennten Athemzügen ausprägt, hat unverkennbar eine gewisse Ähnlichkeit mit den durch Reflex von der Nasenschleimhaut aus herbeigeführten Athembewegungen und mit dem dyspnoischen Athmen bei mechanischer Verengerung der oberen Luftwege.

Dass wir es aber nicht etwa mit einer einfachen Dyspnoe zu thun haben, die vielleicht bedingt wäre durch die Verunreinigung der Athmungsluft mit den Ammoniakdämpfen, erhellt schon aus dem Ausbleiben dieser Erscheinung nach der Vagusdurchschneidung, und dann aus dem Umstande, dass wir als erste hervorstechende Erscheinung in dieser Phase der Ammoniakwirkung einen Exspirationstetanus zu verzeichnen haben. Was dann auf den ersten oder zweiten Exspirationstetanus folgt, kann allerdings zum Theile Folge der durch den Krampf der Respirationsmuskeln bedingten Dyspnoe sein, und es dürfte wohl schwer fallen, von vornherein mit aller Sicherheit zu unterscheiden, was davon auf Rechnung der eingetretenen Dyspnoe, und was auf Rechnung des durch den Vagus vermittelten Reflexes auf die Athmung zu setzen ist.

Wenn ich aber trotzdem die mit der neuerlichen Beschleunigung der Respiration sich einstellende Verflachung der Athmungswellen, sowie das Ansteigen der Athmungscurve als reflectorisch erregte Erscheinung auffasse, so geschieht dies darum, weil wir auf der einen Seite dieselbe Erscheinung ohne jedes vorhergegangene dyspnoische Athmen bei der Zufuhr von Dämpfen einer schwachen Ammoniaklösung auftreten sehen, und weil wir auf der andern Seite eine solche rasche und hochgradige Verflachung der Athmung bei gleichzeitigem Ansteigen der Respirationscurve bei einfacher Dyspnoe nicht wahrnehmen können.

So sehen wir uns denn zu der Annahme genöthigt, dass durch die Zufuhr von Dämpfen von concentrirtem Ammoniak die Vagusfasern sowohl inspiratorisch, als auch exspiratorisch

energisch erregt werden und hiedurch einerseits ein Exspirationstetanus und andererseits etwas, was dem Inspirationstetanus sehr nahe kommt, hervorgerufen wird. Beide Wirkungen liegen mit einander gewissermassen im Kampfe, und nach dem jeweiligen Überwiegen der einen oder der andern Wirkung, sowie nach dem jeweiligen Erregungszustande des Athmungscentrums muss sich das Bild in den einzelnen Abschnitten der Ammoniakcurve auch verschiedenartig gestalten. Es ist ein zeitweises Abweichen der Athmungscurve von dem oben als typisch beschriebenen Gesammtbilde unter diesen Umständen auch vollkommen erklärlich, ja man muss es wohl als merkwürdig bezeichnen, dass unter dem Einflusse so verschiedenartiger, in ihren Wirkungen sich durchkreuzender Momente dennoch in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle die typische Ammoniakcurve zum Vorschein kommt.

Sehr beachtenswerth ist die Erscheinung, dass ein und dasselbe Agens je nach seiner Stärke durch den Vagus entweder blos inspiratorische oder exspiratorische und inspiratorische Wirkungen zu erzielen vermag.[1]

Eine hiemit in Übereinstimmung stehende Erfahrung wurde bereits vor längerer Zeit hinsichtlich der electrischen Reizung des centralen Vagusstumpfes gemacht.

Helmolt[2] und Tschischwitz[3] und nach ihnen eine Reihe von Beobachtern berichten, dass sie bei nicht übermässig starker, aber kräftiger Reizung des centralen Vagusstumpfes zuerst Beschleunigung und dann Stillstand der Respiration in Inspirationsstellung, bei Anwendung der stärksten Ströme aber Stillstand der Respirationsbewegung in der Phase der Exspiration beobachtet haben. Der Stillstand in Exspirationsstellung wurde zwar später von Rosenthal in seinem bekannten Buche

---

[1] Die Frage, ob die inspiratorischen und die exspiratorischen Wirkungen durch dieselben oder durch verschiedene Vagusfasern erzielt werden, mag dabei ganz unberücksichtigt bleiben.

[2] von Helmolt. Über die reflectorischen Beziehungen des Nervus vagus zu den motorischen Nerven der Athemmuskeln. Dissertation. Giessen 1856.

[3] A. de Tschischwitz. Nervis vagis irritatis diaphragma num in inspiratione an in exspiratione sistitur. Dissertation. Breslau 1857.

über die Athembewegungen lediglich von Stromschleifen auf den Nervus laryngeus superior abgeleitet, und die Existenz von exspiratorischen Fasern in dem unterhalb der Abgangsstelle dieses Nerven liegenden Theile des Vagus in Abrede gestellt.

Hiemit würde allerdings der Umstand, dass bei schwächerer electrischer Reizung Stillstand in Inspiration, bei Anwendung der stärksten Ströme dagegen Stillstand in Exspiration beobachtet wurde, eine sehr einfache Erklärung gefunden haben.

Allein sowohl die eingangs citirte Untersuchung von Hering und Breuer, welche in jüngster Zeit von Lockenberg[1] in allen Punkten bestätigt wurde, als auch eine von Burkart im ersten Bande des Pflüger'schen Archives veröffentlichte Untersuchung über den Einfluss des Nervus vagus auf die Athembewegungen haben die Unhaltbarkeit jener Ansicht Rosenthal's erwiesen.

Der eigenthümliche Reflex auf die Athmung bei chemischer Reizung der peripheren Ausbreitung des Vagus in den unterhalb des Kehlkopfes gelegenen Luftwegen gibt einen neuen starken Beweis dafür, dass unterhalb des Abganges des Nervus laryngeus superior im Vagus sowohl inspiratorisch als auch exspiratorisch wirkende Fasern verlaufen, während die Verschiedenheit der Wirkung bei schwächerer und bei stärkerer Reizung durch Ammoniak geeignet erscheint, die oben citirten Angaben über den Einfluss der Stromstärke auf die Folgen centraler electrischer Vagusreizung zu bestätigen.[2]

Überblicken wir aber die bisher bei der chemischen Reizung der unterhalb des Kehlkopfes gelegenen Luftwege gewonnenen

---

[1] Ein Beitrag zur Lehre über die Athembewegungen. Arbeiten aus dem physiol. Laborat. der Würzburger Hochschule. II. Lieferung. 1873.

[2] Um dem Einwande zu begegnen, dass der exspiratorische Stillstand bei Einwirkung des Ammoniak möglicherweise darauf beruhen könnte, dass Ammoniakdämpfe aus dem etwa nicht luftdicht mit der Canüle verbundenen Trachealrohre in den Kehlkopf gelangt seien, und dort den Nervus laryngeus superior gereizt haben, sei hier bemerkt, dass die den Reflex vernichtende Durchschneidung des Halsvagus immer so tief am Halse vorgenommen wurde, dass hiedurch die Verbindung des Nervus laryngeus superior mit den nervösen Centralorganen nicht unterbrochen sein konnte.

Resultate in ihrer Gesammtheit, so ergibt sich, dass wir alle bisher bei der centralen electrischen Vagusreizung beobachteten Erscheinungen in denselben vertreten finden: die Beschleunigung und Verflachung der Respiration, die bis zum Inspirationstetanus führende kräftige Erregung der Inspiratoren und endlich den Stillstand in Exspirationsstellung.

Es ergibt sich weiter, dass eine kurz dauernde Reizung der Schleimhaut der Luftwege durch die Dämpfe einer starken Ammoniaklösung hinreicht, um alle diese Effecte der Vagusreizung in einer bestimmten Aufeinanderfolge zum Vorschein zu bringen, dass wir also in dem Ammoniak ein vortreffliches Mittel besitzen, den gesammten bisher bekannten reflectorischen Einfluss des Vagus auf die Athmung anschaulich zu machen.

Wahrscheinlich werden sich ausser dem Ammoniak noch andere gleichwirkende chemische Reize auffinden lassen. Eine bestimmte Veranlassung, dieser Frage besonders nachzugehen, lag für mich jedoch nicht vor.

Dagegen schien es mir wünschenswerth zu ermitteln, ob und welche Veränderungen der Apnoe, beziehungsweise der ersten Athemzüge beim Erwachen aus der Apnoe herbeigeführt werden, wenn man die erwähnten chemischen Reize während der Apnoe zuführt.

IV. Eine eingeleitete Apnoe dauert auch nach Zufuhr von Chloroform- oder Ammoniakdämpfen noch fort. Die ersten Athemzüge nach Ablauf der Apnoe stehen unter der Herrschaft des durch jene Reizmittel bedingten Reflexes auf die Athmung.

Zur Beantwortung der zuletzt aufgeworfenen Frage wurden Chloroform- oder Ammoniakdämpfe Kaninchen, welche durch energische künstliche Respiration apnoisch gemacht worden waren, während der Sistirung der künstlichen Respiration eingeblasen. Der Blasebalg war bei diesen Versuchen mit der den Boden des Respirationskastens durchsetzenden Canüle durch einen längeren Schlauch verbunden, welcher dicht an jener Canüle eine seitliche Öffnung für den Exspirationsluftstrom enthielt.

Die Seitenröhren von zwei *T*-förmigen Canülen, welche in jenen Schlauch eingeschaltet waren, wurden durch kurze Gummischläuche mit einer Wulffischen Flasche in Verbindung gebracht, welche die als Reizmittel benützte Flüssigkeit enthielt. Durch Quetschhähne, welche an jene kurzen Gummischläuche angelegt wurden, konnte während der künstlichen Respiration diese Verbindung unterbrochen werden.

Nach Abnahme jener Quetschhähne und Verschluss des als Windrohr fungirenden langen Schlauches an einer zwischen den beiden eingeschalteten *T*-Canülen liegenden Stelle wurden durch die Stösse des Blasebalges die Dämpfe des Reizmittels mit atmosphärischer Luft gemischt den Lungen des Versuchsthieres zugeführt.

Zunächst richtete ich meine Aufmerksamkeit auf den einen Punkt: ob es möglich ist, bei einem apnoischen Thiere durch Zufuhr jener, inspiratorische oder exspiratorische Reize hervorrufenden Substanzen Athembewegungen zu erregen?

Das Resultat war ein negatives. War eine Apnoe eingeleitet worden, so dauerte dieselbe auch nach der Zufuhr von Chloroform- oder Ammoniakdämpfen noch fort. (Taf. IV, Fig. 1 und 3. Die Bedeutung der daselbst zu findenden Buchstaben ist aus der, am Schlusse der Abhandlung folgenden Erklärung der Abbildungen ersichtlich.) Ob unter diesen Umständen die Dauer des apnoischen Zustandes des Thieres eine Veränderung erlitt, muss ich durchaus unentschieden lassen.

Ich fand die Dauer der Apnoe bei reinen Apnoe-Versuchen nicht allein bei verschiedenen Versuchsthieren, sondern auch bei einem und demselben Versuchsthiere selbst dann, wenn ich mich bestrebte, die Versuchsbedingungen möglichst gleich zu machen, so wechselnd, dass ich mich in Bezug auf diesen Punkt jeder bestimmten Meinungsäusserung entschlagen muss.

Der Umstand aber, dass die Zufuhr jener Reize nicht im Stande ist, die Apnoe sofort zu unterbrechen, und sofort Athembewegungen auszulösen, steht in vollem Einklange mit den von Anderen in Bezug auf diesen Gegenstand gemachten Erfahrungen.

So berichtet Rosenthal, dass Reizung des centralen Vagusstumpfes, mag dieselbe so schwach oder so stark sein, wie sie will, in der Apnoe ohne jeden Einfluss auf das Zwerchfell



ist[1] und Mac-Gillavry konnte diese Angabe nach eigenen Erfahrungen bestätigen[2].

Breuer gibt in der eingangs citirten Abhandlung an,' dass Aufblasung oder Collaps der Lunge während der Apnoe nicht sofort eine Athembewegung auslöse. Erst wenn die Apnoe im Abklingen, und im Athemcentrum wieder ein Athemreiz vorhanden ist, kommen die durch den Ausdehnungszustand der Lunge bedingten Reflexe zum Vorschein.

Schwartz[3] beobachtete, dass thermische und elektrische Hautreizung bei jungen Kaninchen bestehende ruhige oder dyspnoische Athembewegungen beschleunige, und bei asphyctischen Versuchsthieren den Wiedereintritt der Inspiration fördere, bei Apnoe dagegen ganz ohne Wirkung bleibe.

Aus allen diesen Beobachtungen zusammengenommen ergibt sich, dass das Athemcentrum sich während der Apnoe in einem Zustande vollständiger Unfähigkeit zu Thätigkeitsäusserungen befinden muss. Sowie dasselbe aber aus diesem Zustande erwacht, sowie es wieder einen, wenn auch nur geringen Grad von Erregbarkeit erlangt hat, entfaltet sich auch die Wirkung einer reflectorischen Erregung desselben.

Wie in den Breuer'schen Versuchen die erste Athembewegung nach Ablauf der Apnoe je nach dem Ausdehnungszustande der Lunge bald inspiratorisch bald exspiratorisch ist, so sehen wir auch nach Zufuhr von Chloroform oder Ammoniak während der Apnoe die ersten Athembewegungen bei dem Erwachen aus der Apnoe, je nachdem die eine oder die andere Substanz verwendet worden ist, bald unter der Herrschaft einer inspiratorischen, bald wieder unter der Herrschaft einer exspiratorischen Erregung vor sich gehen.

Es ist eine bereits von Rosenthal in seinem Buche über die Athembewegungen mitgetheilte Thatsache, welche seitdem durch viele Beobachter bestätigt wurde, dass die ersten Athem-

---

[1] Die Athembewegungen und ihre Beziehungen zum Nervus vagus. Berlin 1862. p. 159.

[2] De invloed van den nervus vagus op de ademhalings-bewegingen. Nederlandsch archief voor Genees-en Naturkunde. 1866.

[3] Hirndruck und Hautreize in ihrer Wirkung auf den Foetus. Archiv für Gynaekologie I. 1870.

züge bei dem Erwachen aus der Apnoe schwach und sehr verlangsamt sind, dann aber immer häufiger und stärker werden. Es hat sich ferner aus der Beobachtung der Apnoe-Curve ergeben, dass die erste Athembewegung nach der Apnoe — entsprechend dem vorhergehenden Collaps der Lunge — bei reinen Apnoe-Versuchen immer eine sehr verlängerte Inspiration ist. (Auf Taf. IV, Fig. 2, findet sich das Bild einer solchen mit der von mir benützten Methode der Verzeichnung der Athembewegung gewonnenen reinen Apnoe-Curve.) Wenn ich während der Apnoe Chloroform einblasen liess, so waren die ersten Athemzüge wohl auch sehr flach, sie waren dabei aber sehr rasch und vollzogen sich bei anhaltendem Tiefstand des Zwerchfells, wie daraus zu entnehmen ist, dass die zunehmende Vertiefung der Athemzüge sich nicht in einem deutlichen Ansteigen der Wellengipfel, sondern in einem beträchtlichen Absteigen der Wellenthäler der Respirationscurve ausdrückte. Die Verflachung der Athemzüge war ausserdem nach der Chloroformeinblasung immer eine viel länger anhaltende, als bei reinen Apnoe-Versuchen.

Ein Vergleich der Figuren 2 und 1 auf Tafel IV untereinander, und der Vergleich der letztbezeichneten Curve mit den auf Tafel I verzeichneten gewöhnlichen Chloroformcurven wird den Beleg liefern für die Behauptung, dass der durch das Chloroform bedingte Reflex auf die Athmung, nach Einblasungen des Chloroforms während der Apnoe, sich in den ersten Athembewegungen bei dem Erwachen aus der Apnoe deutlich ausprägt.

Hinzufügen muss ich noch, dass ich mich durch Einblasungen reiner atmosphärischer Luft während der Apnoe überzeugt habe, dass hiedurch an dem gewöhnlichen Verlaufe der Athmungscurve nach der Apnoe nichts geändert wird. Ferner muss ich bemerken, dass ich die Chloroformzufuhr während der Apnoe durch mehrere Blasebalgstösse bewerkstelligen musste, um ein deutliches Bild der Chloroformwirkung nach Ablauf der Apnoe zu erlangen. Dass die auf diese Art bewirkte Abänderung der Athembewegungen reflectorischer Natur ist, erhellt aus dem früher in Bezug auf diesen Gegenstand Angeführten. Eine experimentelle Darlegung des Einflusses der Vagusdurchschneidung auf die Wirkung des Chloroforms nach der Apnoe war mir



darum nicht möglich, weil es mir überhaupt nicht gelang, Kaninchen mit durchschnittenen Vagis apnoisch zu machen, was übrigens schon von mehreren Beobachtern angegeben worden ist.

Unentschieden will ich es lassen, ob wir die ersten Athembewegungen nach der Apnoe als eine Nachwirkung der während der Chloroformeinblasungen gesetzten Erregung der Vagi aufzufassen haben, oder ob ein Theil des eingeblasenen Chloroforms während der Apnoe in den Lungen aufgespeichert bleibt, und hiedurch eine andauernde Erregung der Vagi veranlasst wird, welche erst im Verlaufe der wiedereingetretenen natürlichen oder künstlichen Ventilation zum Verschwinden gebracht wird. Der Umstand, dass das Reflexphänomen noch eine Minute nach der Chloroformeinblasung zum Vorschein kommt, wie gerade aus der Fig. 1, Taf. IV, ersichtlich wird, zusammengehalten mit dem raschen Ablauf des Reflexes unter gewöhnlichen Verhältnissen, spricht aber sehr für eine Aufspeicherung des Chloroforms in den Lungen.

Ebenso scharf, ja noch schärfer als der Effect der Chloroformeinblasung tritt die Wirkung einer während der Apnoe gemachten Einblasung von Dämpfen einer starken Ammoniaklösung in den ersten Athemzügen bei dem Erwachen aus der Apnoe hervor.

Eine einzige Einblasung ist zu diesem Zwecke hinreichend, ja besser geeignet, als mehrfache Einblasungen, weil diese in der Regel eine anhaltende Unruhe des Versuchsthieres hervorrufen, durch welche der Curvenverlauf oft vollständig gestört wird. Meistens pflegt aber auch unter diesen Umständen der eine Haupteffect der Ammoniakeinblasung während der Apnoe zum Vorschein zu kommen, und dieser eine Haupteffect besteht darin, dass die erste Athembewegung nach der Apnoe nicht eine Inspiration, sondern eine forcirte Exspiration ist.

Das plötzliche beträchtliche Absinken der Athmungscurve, welches wir unter diesen Verhältnissen nach Beendigung der Apnoe eintreten sehen, nachdem doch schon während der Apnoe eine nahezu totale Erschlaffung des Zwerchfelles bestanden haben muss (Taf. IV, Fig. 3), spricht dafür, dass der erste Athemzug nach der Apnoe sich in diesem Falle mit

Anspannung aller exspiratorischen Kräfte vollzieht, dass ein förmlicher Exspirationskrampf eintritt.

Die Athembewegungen, welche dieser ersten krampfhaften Exspiration folgen, geben mehr oder weniger prägnant das Bild der Ammoniakcurve wieder.

Die Unruhe des Versuchsthieres, welche bei meinen Versuchen der Einblasung von Ammoniakdämpfen viel häufiger folgte als der Einathmung derselben, trübte dies Bild wohl oft beträchtlich, es gelang aber dennoch öfter, alle charakteristischen Erscheinungen der Ammoniakcurve zu erlangen, wofür die Fig. 3 auf Taf. IV ein Beispiel geben mag.

V. Athmet ein Kaninchen mit intacten Vagis reine Kohlensäure oder ein Gemengsel von atmosphärischer Luft und Kohlensäure ein, so kommt keine Erscheinung zum Vorschein, welche lediglich durch eine directe Erregung der Vagi durch die Kohlensäure erklärt werden müsste.

Nach den Wirkungen, welche die Zuleitung schwächerer chemischer Reize zu den Luftwegen hatte erkennen lassen, war es mir von vornherein sehr wahrscheinlich, dass ich bei einer Prüfung des Verhaltens der Vagusfasern bei Zufuhr von Kohlensäure zu den unterhalb des Kehlkopfes gelegenen Luftwegen, lediglich zu einer Bestätigung der Angaben gelangen würde, welche Bernt in der eingangs citirten Abhandlung über die Folgen der Kohlensäurezufuhr zu den Luftwegen gemacht hat. Bernt fand nämlich als erste Wirkung der Einathmung reiner Kohlensäure bei Kaninchen einen, angeblich durch Vagus-Reflex bedingten Inspirationskrampf. Nach Ablauf dieses, von Bernt als „directe" Wirkung der Kohlensäure bezeichneten, reflectorisch vermittelten Effectes kam als „indirecte" Wirkung eine beschleunigte und stark vertiefte Athmung zum Vorschein.

Wenn auch der Inspirationskrampf, den Bernt beobachtet hat, sich von der bei der Athmung von Ätherdämpfen u. dgl. beobachteten Erscheinung in mancher Beziehung unterschied, so musste ich nach den Angaben von Bernt doch von vornherein annehmen, dass es sich dabei eben auch nur um eine Erregung der inspiratorischen Vagusfasern handle, die Kohlensäure also



einen im Wesentlichen gleichen Reflex auf die Athmung auslöse, wie die bisher von mir geprüften chemischen Reize. Aber trotz vielfacher Versuche, trotz mehrfacher Modification der Art der Kohlensäurezufuhr zu den Luftwegen ist es mir nicht gelungen, eine Erscheinung zu Gesicht zu bekommen, welche mit dem von Bernt beschriebenen reflectorisch erregten Inspirationskrampf identisch genannt werden könnte. Anfangs liess ich das Versuchsthier aus einem offenen Glasgefässe athmen, in welches aus einem Gasometer die Kohlensäure einströmte. Diese Art der Kohlensäurezufuhr wurde gewählt, um nicht in dem Momente, wo der Reiz einzuwirken hatte, gleichzeitig irgend welche andere neue Bedingungen für die Respiration einzuführen. Natürlich konnte es sich hiebei aber nur um die Einathmung eines Gemengsels von atmosphärischer Luft und Kohlensäure handeln. Da ich hiebei allerdings ausgeprägte Veränderungen der Respirationscurve, die ich später noch beschreiben werde, erhielt, aber niemals etwas, was dem Bernt'schen Inspirationskrampf vollständig gleichgekommen wäre, Bernt selbst aber angibt, dass die „directe“ Einwirkung der Kohlensäure nur dann regelmässig und deutlich zum Vorschein kommt, wenn den Luftwegen reine Kohlensäure zugeführt wird, so musste ich eine Methode der Reizzufuhr wählen, bei welcher der Reiz rein und ungeschwächt einwirken kann, ohne dass an den übrigen Bedingungen der Respiration etwas verändert würde.

Zu diesem Zwecke wurde wieder die oben erwähnte, mit Glasoliven verbundene Doppelcanüle gewählt. Beide Glasoliven wurden in grosse, nach oben offene Glasgefässe von gleichem Volumen geleitet, wo sie bis nahe an den Boden heranreichten. Das eine dieser Glasgefässe wurde mit Kohlensäure gefüllt und verschlossen.

In dem Momente, wo durch Schieberverstellung bewirkt wurde, dass das Versuchsthier — welches vorher seine Athmungsluft aus dem mit atmosphärischer Luft erfüllten Glase bezog — aus dem mit Kohlensäure gefüllten Gefässe athmete, wurde auch der Verschluss dieses Gefässes aufgehoben. Das Thier athmete auf diese Weise bei den ersten Athemzügen, während alle anderen Bedingungen sich gleichblieben, von anderen Beimengungen sicherlich beinahe vollständig freie Kohlensäure ein

— und dennoch vermochte ich keinen Inspirationskrampf zu beobachten, sondern nur dieselben andersartigen Veränderungen der Respirationscurve wie bei der vorherangegebenen Art der Kohlensäurezufuhr.

Da Bernt die Kohlensäurezufuhr dadurch bewerkstelligte, dass er das Versuchsthier, welches seine Athmungsluft vorher frei aus der Atmosphäre bezogen hatte, aus einem mit Kohlensäure gefüllten Sacke athmen liess, so griff ich endlich zu einem gleichen Verfahren, in der Meinung, dabei die Ursache der Differenz in den Untersuchungsresultaten bei Bernt und bei mir aufzufinden.

Eine mit Kohlensäure gefüllte grosse thierische Blase wurde direct mit dem einen Rohre der gabeligen Cantile verbunden, durch leichten Druck auf die Blase erst etwas Kohlensäure durch dieses Rohr entleert, und dasselbe dann durch Schieberverstellung abgeschlossen. Wurde nun die Schieberstellung wieder gewechselt, so athmete das Versuchsthier, welches vorher seine Athmungsluft aus der Atmosphäre bezogen hatte, aus einem vollständig mit Kohlensäure erfüllten Raume. Aber auch in diesem Falle waren lediglich dieselben Veränderungen der Respiration wie bei den anderen Methoden zu beobachten. Nur eine leichte aber deutlich ausgeprägte, mit der Athmung aus der Blase beginnende und endende Erhebung der Respirationscurve in toto fand ausserdem noch statt. Controlversuche, bei welchen das Versuchsthier abwechselnd aus der Atmosphäre und aus der sorgfältig gereinigten mit atmosphärischer Luft erfüllten Blase athmete, lehrten, dass diese Erhebung der Respirationscurve lediglich durch das Athmen aus der Blase und nicht etwa durch die Kohlensäure bedingt war.

Letzterer Umstand liess es zuerst als möglich erscheinen, dass die Ursache des Inspirationskrampfes in den von Bernt angestellten Versuchen vielleicht lediglich darin zu suchen wäre, dass die Kohlensäure in dem Sacke unter sehr hohem Drucke stand. Allein für diesen Fall hätte bei den von Bernt angestellten Controlversuchen, in welchen aus dem Sacke atmosphärische Luft zugeführt wurde, ohne dass irgend etwas der von ihm beschriebenen „directen“ Wirkung Ähnliches eingetreten wäre, die Füllung des Sackes eine wesentlich geringere sein



müssen, als bei den Versuchen mit reiner Kohlensäure. Ein Gleiches hätte der Fall sein müssen bei allen den andern zahlreichen Versuchen desselben, wo Gemengsel von Kohlensäure mit atmosphärischer Luft auf dieselbe Weise zugeführt wurden, ohne dass ein deutlicher „directer“ Einfluss beobachtet worden war. Auch hätte für den oben supponirten, einer Aufblasung gleichkommenden Fall, entsprechend den Beobachtungen von Hering und Breuer, wohl eine sehr verlängerte Exspiration, nicht aber ein Inspirationskrampf als erste Erscheinung erwartet werden müssen.

Ausser Stande, eine genügende Erklärung für die Differenz bei den von Bernt und den von mir angestellten Versuchen zu geben, muss ich jedoch noch auf einen Passus hinweisen, welcher beweist, dass selbst aus den von Bernt geschilderten Versuchsresultaten eine directe Erregung der Vagi durch die Kohlensäure sich nicht mit Sicherheit erschliessen lässt. Auf pag. 96—97 seiner Abhandlung, wo Bernt über die Wirkungen der Kohlensäurezufuhr bei fünf Kaninchen berichtet, deren Vagi durchschnitten waren, bemerkt er selbst, dass bei zwei dieser Kaninchen „directer“ Einfluss der Kohlensäurezufuhr zu bemerken war, während derselbe bei den drei andern Kaninchen vollständig fehlte. Bernt erklärt diese Erscheinung damit, dass in diesen beiden Fällen vielleicht die Trachealcanüle so hoch oben angebracht war, dass der nicht durchschnittene Laryngeus superior durch die Kohlensäure gereizt wurde. Allein abgesehen davon, dass bei Reizung des Laryngeus superior bisher immer nur exspiratorische Wirkungen beobachtet wurden, liegt wohl der andere Schluss mindestens ebenso nahe, dass jene Fälle, wo bei durchschnittenen Vagis eine inspiratorische Wirkung bei Kohlensäurezufuhr zum Vorschein kam, den Beweis liefern, dass diese nicht durch einen durch die Vagi vermittelten Reflex, sondern durch irgend ein anderes in der Versuchsanordnung liegendes Moment bedingt sei.

Die Veränderungen in der Respiration, welche ich bei Kohlensäurezufuhr an Kaninchen mit intacten Vagis wahrzunehmen vermochte, waren folgende: Die ersten Athemzüge nach Beginn der Kohlensäurezufuhr waren entweder ganz unverändert, oder ein wenig vertieft, und dabei öfter etwas beschleunigt (Taf. III, Fig. 3). Ausnahmsweise war ein oder der andere dieser ersten

Athemzüge stark verflacht, gewissermassen abortiv. Hierauf trat ein sehr tiefer und stark verlangsamter Athemzug ein, der in der Mehrzahl der Fälle auf die vierte Athembewegung nach Beginn der Kohlensäurezufuhr fiel (Taf. III, Fig. 2). Mehrmals wurde dieser Athemzug schon bei der dritten (Taf. III, Fig. 4), nicht selten aber auch erst bei der sechsten oder siebenten Athembewegung nach Beginn der Kohlensäureathmung oder noch später beobachtet (Taf. III, Fig. 1 und 3), ja zweimal kam dieser Athemzug erst zum Vorschein, als schon wieder atmosphärische Luft geathmet wurde (Taf. III, Fig. 1). Dieser auffallend tiefe und langsame Athemzug war in der Regel ganz isolirt und trat darum ganz markirt auf der Athmungscurve hervor. Ausnahmsweise waren schon ein oder mehrere Athemzüge vorher in weniger auffallendem Masse vertieft und verlangsamt.

Auf diesen meistens scharf hervortretenden Athemzug folgte dann eine längere Reihe von, gegenüber der ursprünglichen Respiration deutlich beschleunigten und vertieften Athembewegungen, welche allmälig in eine mehr oder weniger stark verlangsamte Respiration übergingen (Taf. III, Fig. 3 und 4). Die Beschleunigung der Respiration war meistens eine geringe, höchstens ein Viertheil bis ein Dritttheil der ursprünglichen Respirationsfrequenz betragend. Sie erstreckte sich häufig noch in den Zeitraum herüber, in welchem das Versuchsthier schon wieder reine atmosphärische Luft athmete. Die Verlangsamung prägte sich besonders in der exspiratorischen Phase der einzelnen Respirationen aus. Sie war desto stärker und anhaltender, je länger der Zeitraum war, während dessen die Kohlensäurezufuhr erfolgte. Der Übergang von dieser Verlangsamung zur normalen Respiration geschah ganz allmälig.

Erfolgte die Kohlensäurezufuhr bei durchschnittenen Vagis, so war das Curvenbild im Ganzen und Grossen gleich beschaffen, nur fehlte der erwähnte erste stark verlangsamte Athemzug meistens, und wo er nachweisbar war, zeichnete er sich nicht durch auffallende Tiefe aus, und trat überhaupt in der Curve nicht sehr scharf hervor. Die Periode der Beschleunigung der Respiration war eine sehr kurz dauernde, erstreckte sich meist nur über 8—10 oder noch weniger Athemzüge, die Verlang-



samung war dagegen sehr stark und lang anhaltend, und ebenfalls wieder vorwaltend exspiratorisch. (Taf. IV, Fig. 5.)

Einen durchgreifenden Unterschied vermag ich in den Curven vor und nach der Vagusdurchschneidung nicht zu erblicken. Dass nach der Vagusdurchschneidung jener charakteristische Athemzug fehlt oder doch nur undeutlich ausgeprägt erscheint, ist aus der starken Verlangsamung und Vertiefung, welche die Athmung nach der Vagusdurchschneidung überhaupt erfährt, erklärlich. Das frühzeitige Eintreten der sekundären Verlangsamung mag wohl darauf beruhen, dass nach der Vagusdurchschneidung schon an und für sich ein geringer Grad von Dyspnoe besteht, die Kohlensäurewirkung daher rasch ihren Culminationspunkt erreicht.

Der Umstand, dass bei der Kohlensäurezufuhr deutliche Veränderungen der Athmungscurve in der Regel erst mehrere Athemzüge nach Beginn dieser Zufuhr zu beobachten sind, und dass dieselben im Grossen und Ganzen in gleicher Weise nach der Vagusdurchschneidung hervorgerufen werden können, scheint mir so entschieden dafür zu sprechen, dass wir diese Veränderungen insgesammt nur als eine central erregte Erscheinung auffassen dürfen, dass ich nicht anstehe, die Ansicht auszusprechen: dass bei der Zufuhr von Kohlensäure zu den unterhalb des Kehlkopfes gelegenen Luftwegen eine Erscheinung, welche lediglich durch einen vom Vagus vermittelten Reflex auf die Athmung zu erklären wäre, nicht zum Vorschein kommt. Denn auch jene eine auffallend tiefe und verlangsamte Athmung vermag ich nicht als eine reflectorisch erregte Erscheinung aufzufassen, weil dieselbe oft erst so spät nach der Kohlensäurezufuhr, ja selbst erst dann zum Vorschein kam, wenn schon wieder atmosphärische Luft zugeführt wurde.

Dem von Bernt beschriebenen, sofort nach der Kohlensäurezufuhr eintretenden Inspirationskrampf gleicht dieselbe nicht, wie ein Vergleich der Curven lehrt. Dagegen findet sich auf den von Bernt mitgetheilten Curven in der Periode des „indirecten" Einflusses der Kohlensäure ab und zu ein ganz gleich beschaffener Athemzug verzeichnet. Dass dieser eigenthümlich sich von der übrigen Curve abhebende Athemzug in der Curve nach der Vagusdurchschneidung fehlt, oder nur wenig aus-

geprägt erscheint, ist nicht zu verwundern, wenn man bedenkt, dass unter diesen Umständen eben alle Athemzüge den Charakter dieses einen Athemzuges haben.

Den von Bernt beschriebenen „indirecten", durch centrale Erregung bedingten Einfluss der Kohlensäurezufuhr zu den Lungen vermag ich dagegen durch das, was ich über die Veränderung der Athemcurve nach der Kohlensäurezufuhr mitgetheilt habe, vollständig zu bestätigen.

Fassen wir nun die in den vorliegenden Blättern beschriebenen Wirkungen flüchtiger Substanzen bei Zufuhr zu den unterhalb des Kehlkopfes gelegenen Luftwegen, zusammengenommen mit den von anderer Seite her bereits beschriebenen Wirkungen dieser Substanzen bei Application auf die Nasenschleimhaut noch einmal in das Auge, so ergibt sich: dass wir von verschiedenen Punkten der Luftwege aus durch diese Substanzen Reflexe auf die Athmung auslösen können, welche je nach der Natur der verwendeten Substanz und nach dem Orte der Einwirkung sehr verschieden sein können.

Bedenken wir dabei ferner noch, dass einige dieser Substanzen nach ihrer Aufnahme in das Blut ebenfalls wieder beträchtliche Veränderungen der Respiration von anderer Art hervorbringen, so erklärt es sich, wie es kommt, dass wir bei der gewöhnlichen Art und Weise, in der wir einzelne dieser Substanzen, wie zum Beispiel das Chloroform, beim Menschen einwirken lassen, ein vollständiges Gewirre von Erscheinungen eintreten sehen.

Nur wenn wir dabei scharf unterscheiden, was in diesem Gewirre auf Rechnung eines Reflexes von der Nasenschleimhaut, was auf Rechnung eines Reflexes von den tiefer gelegenen Luftwegen aus zu setzen ist, und was endlich Effect der Aufnahme dieser Substanz in das Blut ist — nur dann wird es uns möglich sein, uns in der Masse von verschiedenartigen und scheinbar zu einander in Widerspruch stehenden Beobachtungen zu orientiren, welche sich bezüglich der Veränderungen der Respiration bei der Einathmung dieser flüchtigen Substanzen — wie beispielsweise des Chloroforms — angehäuft haben.



Schliesslich erübrigt es mir noch, darauf hinzuweisen, dass die Beschleunigung und Abflachung der Respiration bei Zuleitung von Chloroform in die Trachea bereits im Jahre 1867 von Holmgren beschrieben wurde. Ich bin auf diese Mittheilung erst aufmerksam geworden, als die vorliegende Abhandlung bereits nahezu vollendet vorlag, und konnte mir die Arbeit von Holmgren auch leider nicht im Original verschaffen. So viel ich aus dem Auszug, der mir zu Gebote stand,[1] entnehmen kann, sondert Holmgren die reflectorisch erregte Beschleunigung und Verflachung nicht streng genug von den Wirkungen auf die Respiration, welche die Aufnahme des Chloroforms in das Blut erzeugt. Er stellt es wohl auch nur darum lediglich als wahrscheinlich hin, dass ein Theil der von ihm beobachteten Erscheinungen in directer Reizung der Vagusendigungen begründet sein kann. Ich ersah übrigens aus diesem Auszuge ferner noch, dass Holmgren den Reflex auf Athmung und Kreislauf, welcher durch die Application von Chloroform auf die Nasenschleimhaut ausgelöst wird, schon vor Kratschmer gekannt, und im Ganzen genommen in gleicher Weise untersucht hat wie dieser.

Dass Kratschmer die Mittheilung Holmgren's über diesen Gegenstand entgangen ist, beruht wohl darauf, dass die Abhandlung Holmgren's in einer fremden Sprache, und in einem in Deutschland wenig gekannten Journale erschien. Haben doch nicht einmal die Jahresberichte für Physiologie von dieser Arbeit Notiz genommen, welche sicher auch mir gänzlich unbekannt geblieben wäre, wenn ich nicht mit Rücksicht auf die angekündigte Arbeit über die Wirkungen von Chloroform und Äther auf Athmung und Kreislauf auch die Jahresberichte für Pharmacologie durchsucht hätte.

---

[1] Om chloroforms werkning paa kanien. Upsala Läk. Sällsk. Handl. B. II. N. 3 p. 134. Jahresbericht von Virchow und Hirsch für 1867 I. Band III. Abtheilung p. 450. (Bericht für Pharmacologie und Toxicologie von Husemann.)

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Curven, mit Ausnahme der auf Tafel IV unter Fig. 1—3 verzeichneten, welche von künstlich ventilirten Thieren herrühren, wurden an Kaninchen mit natürlicher Respiration gewonnen. Die Vagi waren dabei stets erhalten, nur die auf Tafel IV, Fig. 5, wiedergegebene Curve rührt von einem Kaninchen her, dessen Vagi am Halse durchschnitten waren.

Die Curven geben die durch die Respiration bedingten Volumschwankungen der Versuchsthiere wieder. Der ansteigende Theil der Athemwellen fällt mit der Inspiration, der absteigende Theil mit der Exspiration zusammen. Die Verzeichnung wurde durch einen sehr empfindlichen Marey'schen Cardiographen bewerkstelligt, welcher mit dem im Texte näher beschriebenen Respirationskasten verbunden war. Auf der Horizontalen unter jeder Curve sind die Schläge eines Metronoms durch einzeln stehende senkrechte Striche verzeichnet. Die von je zwei hintereinander folgenden einzeln stehenden Strichen begrenzten Abschnitte der Horizontale haben den Werth von Doppelsecunden. Die durch eine zweite Horizontale mit einander verbundenen höheren senkrechten Striche zeigen den Zeitpunkt und die Dauer einer Reizeinwirkung an.

Tafel I.

Fig. 1 bis 6 geben die reflectorische Veränderung der Athmung wieder, bei Einathmung von Chloroformdämpfen durch eine Trachealcanüle. Das Ansteigen der Respirationscurve erscheint in Fig. 1, 2 und 6 wohl ausgeprägt, in Fig. 6 nebstdem ein kurzer Inspirationstetanus.

Fig. 3, 4, 5 geben die Beschleunigung und Abflachung der Athmung bei Inspirationsstellung in verschiedenen Graden wieder.

Fig. 7 zeigt die Wirkung von Benzin —, **Fig.** 8 jene von Ätherdämpfen.

Tafel II.

Fig. 1 *a* und *b* gibt das typische Bild der durch die Zufuhr von Dämpfen einer starken Ammoniaklösung in die Trachea bedingten Veränderungen der Respiration. Das Ende von Fig. 1 *a* ist unmittelbar an den Anfang von Fig. 1 *b* anzuschliessen. Fig. 2 verzeichnet die bei der Ammoniakeinathmung zeitweilig zur Beobachtung gelangende Verlangsamung der Respiration bei Inspirationsstellung.



Tafel III.

Fig. 1—4 verzeichnet die Veränderungen der Respiration bei Zuleitung von reiner Kohlensäure in die Trachea. Bei Fig. 3 und 4 wurde an je zwei durch einen senkrecht auf der Horizontalen stehenden Pfeil bezeichneten Stellen den Originalcurven gegenüber eine Verkürzung vorgenommen. Bei Fig. 3 beträgt die Verkürzung an der ersten Stelle ein $2\frac{1}{2}$ Sekunden langes Curvenstück; bei der zweiten Stelle ein $4\frac{1}{2}$ Sekunden langes Curvenstück. Bei Fig. 4 beträgt die erste Verkürzung $2\frac{1}{4}$, die zweite $6\frac{1}{2}$ Sekunden. Die elidirten Curvenstücke bieten dem unmittelbar vorhergehenden und nachfolgenden Curvenverlaufe gegenüber durchaus keine Besonderheit dar.

Tafel IV.

Fig. 1—3 rühren von künstlich ventilirten Thieren her.

Buchstabe *a* bei Fig. 1 zeigt den Zeitpunkt der Unterbrechung der künstlichen Ventilation, *c* den Zeitpunkt der Wiederaufnahme dieser Ventilation an. Durch die acht Blasebalgstösse bei *b* wurde dem Versuchsthiere während der Apnoe Chloroform zugeführt.

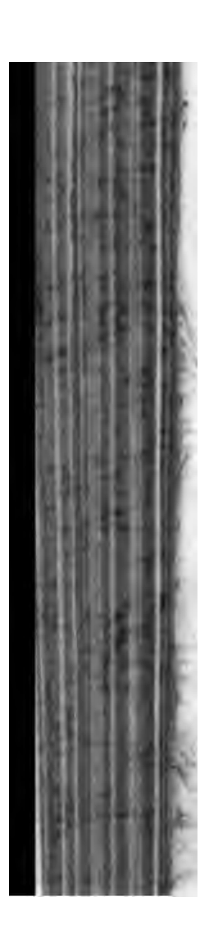
Buchstabe *a* und *c* bei Fig. 2, welche den Verlauf einer reinen Apnoe-Curve wiedergibt, haben dieselbe Bedeutung wie bei Fig. 1.

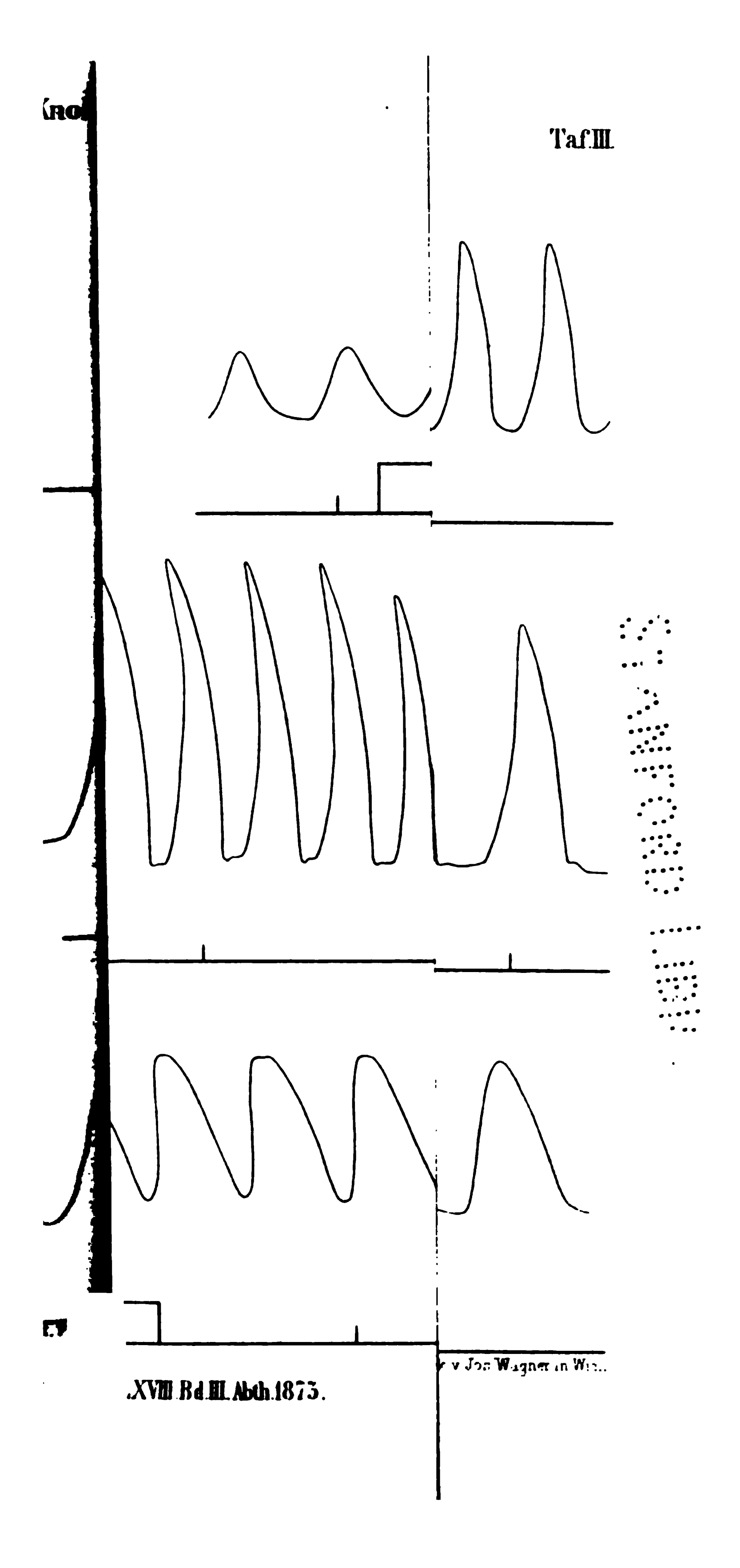
Ebenso behält Buchstabe *a* bei Fig. 3 die früher angegebene Bedeutung. Die Wiederaufnahme der künstlichen Ventilation ist bei dieser Figur nicht mehr verzeichnet.

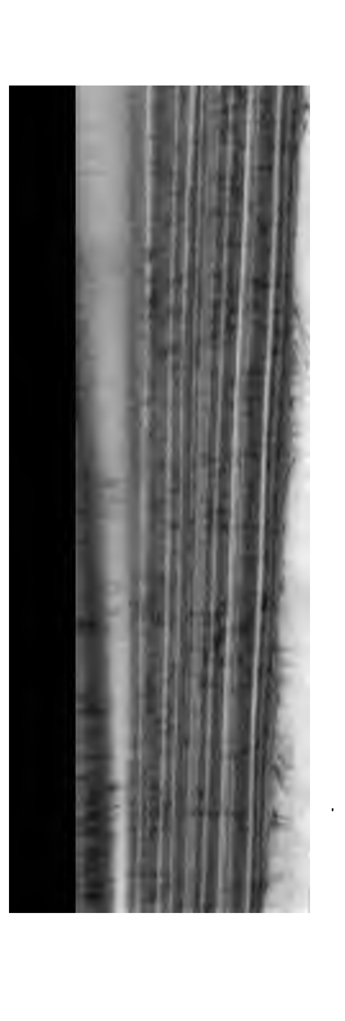
Bei *b* wurde in diesem Falle Ammoniak eingeblasen. Der ganze hinter *b* liegende Curvenverlauf stellt die Veränderung der Respiration nach der Apnoe in Folge dieser Einblasung dar. Bei dem Versuchsthiere, von welchem diese Curve gewonnen worden, war überhaupt nur sehr kurz dauernde Apnoe zu erzielen.

Fig. 4 und 5 sind von Thieren mit natürlicher Respiration gewonnen.

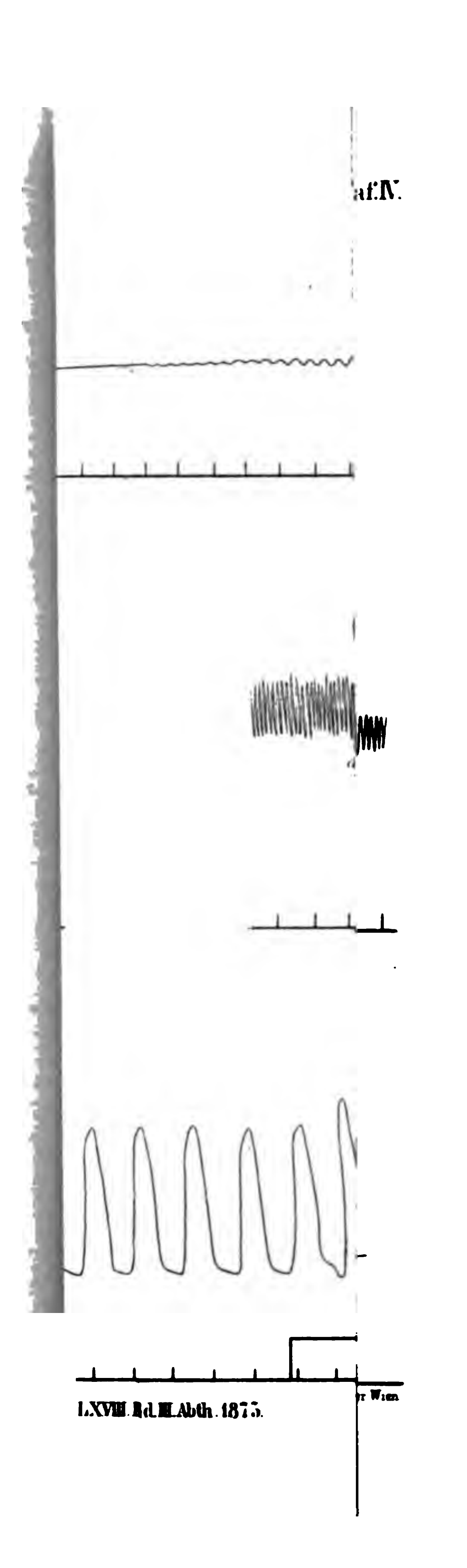
Fig. 4 verzeichnet die einfache Beschleunigung der Respiration bei öfter wiederholter Einathmung von Chloroform, Fig. 5 die Veränderungen der Athembewegung bei Kohlensäurezufuhr nach der Vagusdurchschneidung.



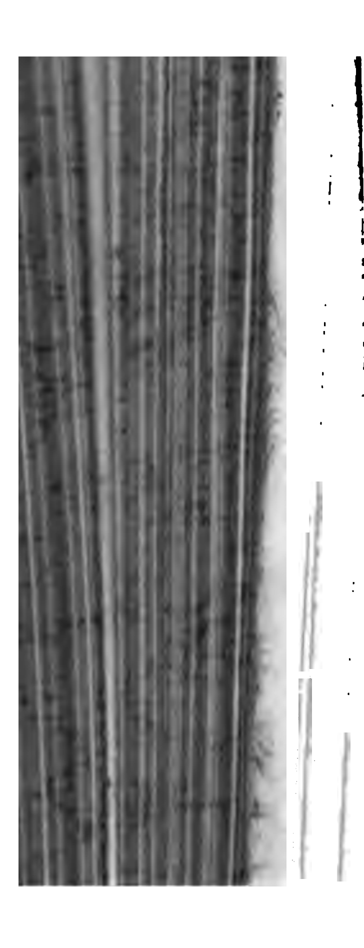

Taf. III.
XVIII. Bd. III. Abth. 1873.
v. Jos. Wagner in Wi







af.IV.
LXVIII. Bd. III. Abth. 1873.
r Wien






Stanford University Libraries
3 6105 007 784 189

